



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

**CRESCIMENTO E SINTOMAS DE DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES EM
PLANTAS DE CURAUÁ (*Ananas erectifolius* L.B.Smith).**

ROSA DE NAZARÉ PAES DA SILVA

BELÉM
2006



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

**CRESCIMENTO E SINTOMAS DE DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES EM
PLANTAS DE CURAUÁ (*Ananas erectifolius* L.B.Smith).**

ROSA DE NAZARÉ PAES DA SILVA

Engenheira Agrônoma

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de **Mestre**.

Orientador:

Prof. Dr. José Raimundo Natividade Ferreira Gama

BELÉM

2006

Silva, Rosa de Nazaré Paes da

Crescimento e sintomas de deficiência de macronutrientes em plantas de curauá (*Ananas erectifolius* L B Smith)/ Rosa de Nazaré Paes da Silva. – Belém, 2006.

57 f.:il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2006.

1. *Ananas erectifolius* 2. nutrição mineral 3. sintomas de deficiência, 5. macronutrientes 4. agronegócios.

CDD 677.54



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

**CRESCIMENTO E SINTOMAS DE DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES EM
PLANTAS DE CURAUÁ (*Ananas erectifolius* L.B.Smith).**

ROSA DE NAZARÉ PAES DA SILVA

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da
Amazônia, como parte das exigências do Curso de
Mestrado em Agronomia, área de concentração em Solos e
Nutrição de Plantas, para obtenção do título de **Mestre**.

Aprovada em: 11 de julho de 2006.

BANCA EXAMINADORA:

Engenheiro Agrônomo Prof. Dr. José Raimundo Natividade Ferreira Gama

Orientador

Universidade Federal Rural da Amazônia

Engenheiro Agrônomo Prof. Dr. Carlos Alberto Costa Veloso

Embrapa Amazônia Oriental

Engenheiro Agrônomo Prof. Dr. George Rodrigues da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia

Engenheiro Agrônomo Prof. PhD. Francisco Ilton de Oliveira Moraes

Universidade Federal Rural da Amazônia

À **Deus** Todo poderoso

A minha mãe Maria Paes, que tem construído sua história de vida como verdadeiro exemplo de sabedoria, força e maturidade.

A meu irmão Sérgio Paes.

Ao meu pai Sérgio Silva (in memoriam)

AGRADECIMENTOS

Ao DEUS todo poderoso, que é galardoador dos que o buscam.

À minha mãe Maria Paes, pelo amor e incentivo dispensado ao longo de minha vida.

Ao meu irmão Sérgio Paes, pela compreensão e ajuda na impressão deste trabalho.

Ao Prof. Dr. José Raimundo Natividade Ferreira Gama, pela orientação, compreensão, confiança e apoio em todas etapas deste trabalho.

À Universidade Federal Rural da Amazônia, e a Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas pela realização do curso.

A todos os professores das disciplinas cursadas, pelos conhecimentos transmitidos, e ao coordenador do curso Dr. Antonio Rodrigues Fernandes, pela confiança.

À Embrapa Amazônia Oriental pela utilização de sua infra-estrutura para realização deste trabalho.

Ao Dr. Ismael de Jesus Matos Viégas, por todo apoio e pela sincera amizade.

Ao pesquisador Dr. Carlos Alberto Costa Veloso, pela colaboração nas análises foliares.

Ao Dr. George Rodrigues da Silva, por fazer parte de minha formação acadêmica e profissional.

Às Engenheiras Agrônomas e professoras Adélia Coelho e Marly Santos, por fazerem parte de minha história de vida e formação acadêmica.

As Engenheiras Agrônomas e amigas Tatiana Gazel e Ilzete Galvão pelo companheirismo.

Aos docentes do Curso de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas, pelo apoio e compreensão.

Aos funcionários da Biblioteca da UFRA e EMBRAPA, por todo auxílio e colaboração dispensadas.

E a todos que, direta ou indiretamente, tornaram possível a concretização deste trabalho.

“ Ainda que a figueira não floresça, nem há fruto na vide; o produto da oliveira mente, e os campos não produzam mantimento; as ovelhas foram arrebatadas do aprisco e nos currais não há gado, todavia eu me alegro no Senhor, exulto no Deus de minha salvação. O Senhor Deus é a minha fortaleza, e faz os meus pés como os da corça, e me faz andar altaneiramente”.

Livro de Habacuque 3: 17-19

Bíblia Sagrada

SUMÁRIO

	p.
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABELAS	10
RESUMO	11
ABSTRACT	12
1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 BOTÂNICA.....	15
2.2 EXIGENCIAS EDAFOCLIMÁTICAS.....	15
2.3 PRAGAS E DOENÇAS.....	16
2.4 DEFINIÇÃO E UTILIZAÇÃO DAS FIBRAS VEGETAIS.....	17
2.5 O AGRONEGOCIO DO CURAUÁ.....	18
2.6 CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E NUTRIÇÃO MINERAL.....	21
2.7 NUTRIENTES MINERAIS NA PLANTA.....	21
2.7.1 Deficiência de nitrogênio	22
2.7.2 Deficiência de fósforo	23
2.7.3 Deficiência de potássio	24
2.7.4 Deficiência de cálcio	25
2.7.5 Deficiência de magnésio	26
2.7.6 Deficiência de enxofre	27
3 MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	28
3.2 EXPERIMENTO COM OMISSÃO DE NUTRIENTES.....	29
3.3 ANÁLISE QUÍMICA DAS PLANTAS.....	30
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	30

4 RESULTADO E DISCUSSÃO	31
4.1 PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA	31
4.2 SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA DE MACRONUTRIENTES.....	36
4.2.1 Deficiência de nitrogênio	37
4.2.2 Deficiência de fósforo	38
4.2.3 Deficiência de potássio	39
4.2.4 Deficiência de cálcio	40
4.2.5 Deficiência de magnésio	41
4.2.6 Deficiência de enxofre	42
4.3 TEORES DE MACRONUTRIENTES	43
4.3.1. Nitrogênio	43
4.3.2. Fósforo	44
4.3.3. Potássio	45
4.3.4. Cálcio	45
4.3.5. Magnésio	46
4.3.6. Enxofre	47
5 CONCLUSÕES	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
ANEXOS	52
ANEXO A. Espécies produtoras de fibras, percentual de fibra, mucilagem, celulose e local de cultivo.....	53
ANEXO B. Demonstrativo classificatorio de fibras.....	54
ANEXO C. Cadeia produtiva do curauá.....	55
ANEXO D. Materia seca das folhas, folha D, raízes, total (g/ planta) e da relação parte aérea/ raiz (PA/R) e crescimento relativo (CR %), de curauá em função dos tratamentos.....	56
ANEXO E. Valores do quadrado médio e níveis de significância da produção de matéria seca de plantas de curauá em função dos tratamentos.	57

LISTA DE FIGURAS

	p.
Figura 1 Produção de matéria seca de folhas de planta de curauá em função dos tratamentos	32
Figura 2 Produção de matéria seca de folhas “D” de plantas de curauá em função dos tratamentos	32
Figura 3 Produção de matéria seca de raízes de plantas de curauá em função dos tratamentos	33
Figura 4 Produção de matéria seca total de plantas de curauá em função dos tratamentos	34
Figura 5 Produção de matéria seca da parte aérea e raiz em plantas de curauá em função dos tratamentos	35
Figura 6 Crescimento relativo de plantas de curauá em função dos tratamentos.....	36
Figura 7 Plantas de curauá com tratamentos Completo e com omissão de Nitrogênio (-N).....	37
Figura 8 Plantas de curauá com tratamentos Completo e com omissão de Fósforo (-P).....	38
Figura 9 Plantas de curauá com tratamentos Completo e com omissão de Potássio . (-K).....	39
Figura 10 Plantas de curauá com tratamentos Completo e com omissão de Cálcio (-Ca).....	40
Figura 11 Plantas de curauá com tratamentos Completo e com omissão de Magnésio (- Mg)	41
Figura 12 Plantas de curauá com tratamentos Completo e com omissão de Enxofre (- S).....	42

LISTA DE TABELAS

	p.
Tabela 1 Composição química das soluções nutritivas (ml/l) segundo Bolle-Jones (1954)	29
Tabela 2 Teores médios de macronutrientes (g/kg) na folha “D” em plantas de curauá, nos diferentes tratamentos	43

CRESCIMENTO E SINTOMAS DE DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES EM PLANTAS DE CURAUÁ (*Ananas erectifolius* L.B.Smith)

RESUMO

O curauá (*Ananas erectifolius* L.B.Smith), é uma planta fibrosa, nativa da Amazônia Paraense, sendo responsável pela produção da fibra vegetal mais resistente dos últimos anos em todo o mundo. Devido sua importância econômica pela utilização das fibras de alta resistência pela indústria têxtil, automotiva e de celulose, suas áreas têm sido fomentadas no Estado do Pará de plantio. No intuito de contribuir com alguns aspectos relacionados à nutrição mineral do curauá, foi conduzido um experimento em vasos plástico de 5 litros de capacidade, com substrato de sílica lavada moída tipo zero grosso, usando-se uma planta por vaso, com o objetivo de obter um quadro sintomatológico das deficiências de N, P, K, Ca, Mg e S. Para isso, cultivaram-se mudas de curauá da variedade roxa em solução nutritiva completa, com omissão alternada de N, P, K, Ca, Mg e S. Após o período compreendido entre 30 e 160 dias, começaram a aparecer os sintomas de deficiência, devido à omissão dos nutrientes, sendo visualizados e identificados. A omissão de potássio foi o tratamento que mais afetou o desenvolvimento das plantas. Os nutrientes mais absorvidos foram N e K, seguindo-se pela ordem decrescente o P, Ca, Mg, e S. Os teores adequados e deficientes de nutrientes nas folhas foram respectivamente: N=25,21 e 11,80 g/kg; P=5,87 e 0,39 g/kg; K=22,25 e 8,26 g/kg; Ca=3,47 e 1,95 g/kg; Mg=2,94 e 0,51 g/kg; S=2,80 e 0,62 g/kg.

Termos para indexação: *Ananas erectifolius*, nutrição mineral, sintomas de deficiência, macronutrientes, agronegócios.

SYMPTOMS OF MACRONUTRIENTS DEFICIENCIES IN CURAUÁ (*Ananas erectifolius* L.B.Smith)

ABSTRACT

The curauá (*Ananas erectifolius* L.B.Smith) is usually grown in soils of low natural fertility, and very acidic. The following experiment was carried out in order to gain information on the mineral nutrition of curauá by inducing symptoms of deficiency of macronutrients. Young plants of the Roxa cultivar were grown in nutrient solution under the treatments: complete, minus N, P, K, Ca, Mg and S. Symptoms of deficiency due to the omission of nutrients in the solution began to show up between 30 and 160 days after the experiment was started. Lack of nitrogen was the treatment with more drastic effect on growth. Nitrogen and potassium were the elements taken up in higher proportion, being followed, in decreasing order, by phosphorus, calcium, magnesium and sulphur. Adequate and deficient leaf levels of the elements were found to be: N=25,21 e 11,80 g/kg; P=5,87 e 0,39 g/kg; K=22,25 e 8,26 g/kg; Ca=3,47 e 1,95 g/kg; Mg=2,94 e 0,51 g/kg; S=2,80 e 0,62 g/kg.

Index terms: *Ananas erectifolius*, mineral nutrition, deficiency symptoms and macronutrient, agribusiness.

1 - INTRODUÇÃO

A procura por materiais regeneráveis está relacionada: à limitação de recursos naturais, aos esforços para diminuir carga de CO² na atmosfera ao desfazer-se da matéria plástica de base petroquímica, aos progressos da engenharia genética e a exploração de novas fontes de rendimento para a população do campo, além da produção de alimento (FÖLSTER, 1993).

A produção de fibras vegetais ocupa um papel relevante na economia agrícola mundial, mesmo com a intensa produção de fibras sintéticas de derivados do petróleo. Matérias primas de origem renovável, reciclável e biodegradável, apontam como uma das alternativas para a produção de manufaturados ecologicamente corretos, em consequência do acúmulo nos descartes de materiais não biodegradável, os quais tendem a aumentar com o crescimento populacional dos centros urbanos (CUNHA, 1998).

Na Amazônia, encontram-se inúmeras espécies vegetais úteis para o homem, destacando-se ainda o acúmulo de conhecimento sobre espécies da flora local para melhor assegurar a subsistência das populações em conveniência com a natureza. Esse conhecimento pode contribuir para definir novas alternativas de aproveitamento, visando o desenvolvimento sócio-econômico e ecológico, apoiado na agroindustrialização de produto natural da Amazônia (DUBOIS, 1993).

Segundo Medina (1959) o curauá (*Ananas erectifolius* L B Smith), é uma planta monocotiledônea, perene, pertencente à família bromeliaceae, produtora de fibras vasculares ou fibras estruturais, as quais ocorrem em feixes ou fascículos compostos de células individuais denominadas de fibras elementares ou fibrilas, ligadas entre si por gomas e ceras é uma planta nativa da Amazônia paraense, e que segundo o dialeto dos índios “Oyampis”, do alto Oyapoque, curauá significa corda, a qual oferece uma fibra de alta resistência.

Diante dessa realidade, o cultivo do curauá, atualmente, limita-se ao Estado do Pará, nos municípios de Santarém (região do oeste paraense), Santo Antônio do Tauá e Vigia (região do nordeste paraense), sendo que nesses dois últimos municípios, o curauá está sendo cultivado em fase experimental por pequenos agricultores, que utilizam a mão de obra familiar.

As fibras vegetais ainda são pouco cultivadas racionalmente e isto deve-se ao desconhecimento técnico agrônômico sobre as espécies fibrosas; à falta de otimização nos processos de beneficiamento das fibras; à falta de incentivo à pesquisa e desenvolvimento de

tecnologias apropriadas às outras plantas fibrosas, além das já existentes no mercado e à falta de estímulo na produção contínua, causando a incapacidade de estabelecer uma tradição no mercado.

Ressaltamos que a relevância deste trabalho é reconhecida por ser o pioneiro no estudo sobre a nutrição mineral do curauá e teve como objetivo avaliar o efeito da omissão dos macronutrientes, na produção de matéria seca, na composição química das folhas de curauá e obtenção do quadro sintomatológico das deficiências de N, P, K, Ca, Mg e S.

2.1 . BOTÂNICA

Curauá, planta fibrosa, monocotiledônea, herbácea, perene, pertencente à família bromeliácea, gênero ananas e espécie *Ananas erectifolius* L B Smith, rizomatosa, não apresentando raiz pivotante, mas o seu sistema radicular é relativamente superficial e frágil e que em geral explora apenas os primeiros 15 a 20 cm do solo. Sua folha em condições locais atinge aproximadamente 1,5m de comprimento, com peso médio de 83 gramas, com bordos lisos a não ser quando a planta atinge a maturidade, ocorrendo o surgimento de vários espinhos nas laterais, ápice provido de um pequeno acúleo, fibrosa e de muita mucilagem. O fruto sincárpio pouco suculento, mas comestível. A frutificação ocorre quando a planta alcança um ano de idade, caso as suas folhas não sejam retiradas nesse período. Possui pedúnculo sob forma de haste cilíndrica, medindo cerca de 20 cm de altura. Ao redor da base do fruto e em torno de sua coroa surge abundantes filhos entre as bainhas das folhas, ou diretamente dos rizomas ocorre à brotação dos rebentos. Existem duas variedades distintas do Curauá: uma de folhas roxa – avermelhada e outra verde, a qual é chamada de curauá branco. (LEDO, 1929)

2.2 . EXIGÊNCIA EDAFOCLIMÁTICA

O curauá é uma espécie higrofila da região amazônica, que não necessita de solos férteis, para seu cultivo, exigindo, entretanto, boas condições de aeração e drenagem. Como para a maior parte das bromeliáceas, o curauá requer para seu melhor desenvolvimento vegetativo, condições favoráveis de luz e umidade atmosférica. O clima ideal é quente e úmido, com temperatura do ar variando entre 22° a 32°C, umidade relativa do ar em torno de 90 % e precipitação pluviométrica entre 2000 a 2500mm anuais (MEDINA, 1959)

2.3 . PRAGAS E DOENÇAS

Desde 1930 foram registradas no Brasil 29 espécies de insetos associados ao abacaxizeiro (bromeliacea), embora somente a cochonilha e a broca – de – fruto sejam consideradas importantes (CUNHA et al, 1994)

No curauá, o ataque de cochonilha (*Dysmicoccus brevipes* (COCKREL, 1983), Homóptera: pseudococcidae), ocorre na axila das folhas, como também no sistema radicular nas plantas adultas e nas mudas (rebentos e perfilhos). A cochonilha vive em simbiose, por procooperação, com as formigas especialmente com as lava-pé. O principal dano causado a cultura é a transmissão da murcha, a qual suga a seiva ocasionando a morte da planta. (GALLO et al., 1988)

As mudas usadas para a formação do plantio têm sido a fonte principal de disseminação da cochonilha, uma vez que são colhidas de campos, anteriormente infestados. Faz-se necessário, portanto, levar em consideração o estado sanitário das mudas destinadas ao plantio, iniciando o controle através do tratamento das mesmas, bem como, efetuar controle sistemático durante o ciclo vegetativo (OLIVEIRA et al., 1999).

O maior índice de cochonilhas em plantas de curauá foi registrado em monocultivos, o que reforça a implantação de cultivos consorciados.

O ataque de uma larva (broca) de lepidóptero (borboleta) atinge a base da planta, deixando as folhas amareladas e necrosadas em alguns pontos, os quais se rompem. Além das perfurações, a larva corrói a base do indivíduo atacado, provocando o decepamento de parte do mesmo, surgindo de entre as folhas internas, à altura da base, forte exudação de uma substância esverdeada e semelhante a uma goma, ocasionando a morte da planta como também há registro do ataque de um percevejo vermelho, que suga a folha, deixando uma mancha no local. (LEDO,1929).

2.4 . DEFINIÇÃO E UTILIZAÇÃO DAS FIBRAS VEGETAIS.

O termo fibra traduzida do latim é cada uma das estruturas alongadas que, dispostas em feixes, constituem tecidos animais e vegetais ou certas substâncias minerais. (FERREIRA, 1986).

Fibras vegetais são todas as células esclerenquimatosas de forma tipicamente prosenquimatosas, isto é, apresentam o comprimento da fibra excessivamente maior que a largura. Desta forma, do ponto de vista estritamente histológico, o termo fibra tem sido usada para designar uma grande variedade de tipos de células que se caracterizam pela forma alongada, parede secundária espessa e regular com a ocorrência de pontuações (MEDINA, 1959).

Medina (1959) cita que, no comércio, o termo fibra não apresenta usualmente o significado botânico, estrito de células individuais de certa categoria de esclerênquima. Nas plantas dicotiledôneas como linho, juta e rami, por exemplo, o termo fibra denota de um feixe fibroso. No algodão utilizam-se os tricomas como também nas fibras originaria das folhas das plantas monocotiledôneas como sisal, curauá e outras. O extrativismo e ou o cultivo de plantas fibrosas, está sendo feito em todo o mundo vislumbrando as fibras de maior representatividade econômica mundial.

Segundo Cunha (1998), também são designadas como fibras, os materiais fibrosos utilizados para enchimento, como as painas e as sedas vegetais, ou para a confecção de cestos, como vime e o junco, ou na manufatura de escovas e vassouras, como a piaçava.

Na tabela constante do ANEXO A, elaborada por Silva (2004) e adaptada para este estudo, estão expostas as principais espécies produtoras de fibras, percentual de fibra, percentual de celulose e local de ocorrência.

Considera-se que o uso e a aplicação das fibras vegetais constituem uma prática milenar, através de aplicações para a fabricação de cordoalhas, calçados, mantas não tecidas para reforço de matrizes poliméricas, as fibras de frutos para carpetes, filtros, peças em crina, látex, bolsas, etc. Estas aplicações dependem das características das fibras vegetais após sua obtenção das plantas originárias e dos processos de beneficiamento a que são submetidas (CUNHA, 1998).

As fibras naturais são originadas de fontes vegetais (semente, caule, folha e fruto), fonte animal (secreções e pelos) e de fonte mineral (amianto). As fibras sintéticas são oriundas de fontes artificiais e sintéticas.

Atualmente, as fibras vegetais e ou sintéticas têm sido utilizadas nos mais diversificados segmentos artesanais e industriais, os quais são:

- Indústria têxtil;
- Indústria automotiva;
- Indústria de celulose;

- Indústria calçadista;
- Indústria da construção civil e
- Indústria de tecnologia de informação.

Dentre as principais espécies produtoras de fibra, destacamos o curauá (*Ananas erectifolius* L B Smith) cultura centenária preferida pelos indígenas e cablocos amazônidas, por apresentar-se com alta resistência e flexibilidade para o uso nas atividades profissionais, desenvolvidas por pescadores, vaqueiros e artesãos. O uso da fibra do curauá alcança as atividades domésticas, na fabricação de redes e linhas de pescar, cordas e arreios e a mucilagem (localmente conhecida como bagaço) também é utilizada na alimentação animal. Inicialmente, os agricultores amazônidas, plantavam nos acessos dos roçados com os mais variados espaçamentos entre plantas. Hoje os plantios existentes estão aumentando e se utilizando de técnicas apropriadas para otimização da plantação.

Diante desse universo das fibras, foi elaborado por Andrade et al. (2001) e adaptado para este trabalho, um demonstrativo classificatório de fibras, conforme mostra figura constante do ANEXO B.

2.5 . O AGRONEGOCIO DO CURAUÁ.

O rumo das atividades agrícolas na Amazônia tem alcançado novos horizontes, pois o cultivo de espécies nativas ou introduzidas em nosso ecossistema tem oferecido novas propostas de sustentabilidade e viabilidade econômica.

O cultivo da plantas fibrosas na Amazônia, especificamente no Estado do Pará, remota de muitos anos, sendo que as espécies produtoras de fibras, sejam plantas nativas (curauá) ou introduzidas (juta, malva e coco), vêm conquistando o mercado consumidor através dos produtos fabricados.

Recorrendo-se a historia do cultivo das fibras vegetais na Amazônia, encontramos a juta (*Chochorus capsularis*), a qual teve seu inicio na década de 30, onde sua domesticação foi feita por Ryota Oyama, o qual levou à fundação da companhia têxtil da Amazônia (CATA) em Belém. Inicialmente, os caboclos amazônidas não tinham conhecimento do cultivo da juta, e com a parceria do Sr. Ryota começou-se a cultivar a juta nas áreas de várzea dos municípios de Parintins (Amazonas) e nos municípios paraenses de Juruti (Paraná de Dona Rosa, Juruti Velho, Boca do Arara, Curumucuri e Sauassu), Òbidos (Paraná de Baixo e Paturi) e Alenquer.

Devido à falta de política agrícola adequada para os plantadores de juta, o cultivo dessa espécie foi decaindo a partir da década de 60. Atualmente empresas privadas em contato direto com o produtor têm tentado retomar o cultivo da juta.

Apresentando-se com resistência um pouco maior que a juta, podemos citar a malva (*Urena lobata* L.), nativa do meio amazônico com o seu cultivo restrito aos Estados do Pará, Amazonas e Maranhão. Seu aparecimento data desde o principio da colonização das regiões atualmente conhecidas como Zona Bragantina, Zona Guajarina e Zona do Salgado.

Atualmente tanto a juta quanto a malva apresentam-se com baixa produtividade, pois a falta de incentivos fiscais, tecnologia de melhoramento genético e o baixo preço de venda da fibra tem contribuído para o seu declínio ao longo dos anos.

Outra fibra de destaque no Estado do Pará é a fibra de coco, atualmente o Pará ocupa o segundo lugar na produção brasileira de coco. O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é uma cultura de grande valor comercial, principalmente pela diversidade de utilização de seus produtos, como o óleo vegetal, coco desidratado, o leite de coco, água de coco e as fibras, sendo que com processamento do fruto do coco, formou-se sua cadeia produtiva.

Neste universo das fibras vegetais, destaca-se a fibra do curauá (*Ananas erectifolius* L.B. Smith), planta natural da Amazônia, cultivada nos caminhos dos roçados e nos terreiros pelos nativos da região ao longo dos anos era e é usada na fabricação de cordoalha e artesanato local, sua mucilagem ainda é utilizada como complemento nutricional para o gado. Atualmente, com o reconhecimento das qualidades da fibra do curauá como, resistência física, flexibilidade, comprimento e leveza, o seu cultivo tem tomado status de plantio industrial, com novas recomendações agronômicas referentes ao espaçamento, adubação, consórcio com outras culturas e o melhoramento genético na produção de muda e diante de tantas inovações a cadeia produtiva do curauá tornou-se concreta, como mostra figura representada no ANEXO C.

O cultivo de fibras vegetais no Estado do Pará tem sofrido impactos em sua produção. Como já foi descrito anteriormente, a falta de política agrícola adequada para os produtores de fibras vegetais no Estado do Pará, tem refletido a atual situação da produção no Estado. Segundo levantamento feito junto à Secretaria de Agricultura do Estado do Pará, a produção média de juta (fibra) entre os anos de 2000 e 2004 foi de 0,54 toneladas ao ano, a malva (fibra) teve uma produção média no mesmo período de 1,4 toneladas ao ano e a produção de fibra seca de curauá foi de 122 toneladas ao ano.

Atualmente há preocupação crescente com o aspecto da utilização de matéria – prima natural e reciclável na fabricação de veículos tem estimulado as indústrias automobilística, a

procurarem selecionar os componentes que possam ser parcialmente ou totalmente reciclados, reduzindo ao mínimo o volume de resíduos automotivos.

Exemplo dessa situação é que, na Europa, o governo exige que 20% dos plásticos de automóveis sejam reciclados e que os montadores e seus fornecedores de autopeças desenvolvam novas tecnologias de materiais e de processos que permitam a reciclagem econômica de, virtualmente, todos os componentes automotivos. O objetivo em médio prazo é um veículo reciclável (LAVRINE, 2000).

Desta maneira, a seleção de materiais tem sido considerada não só em relação ao custo e performance, mas também à reciclabilidade. Entenda-se por materiais recicláveis aqueles que, em qualquer uma das fases de sua existência, ou seja, obtenção de matéria prima, fabricação, utilização e disposição não constituam risco de degradação ao ecossistema.

O mercado consumidor do curauá tem se apresentado em várias formas, tanto para o consumo da folha “in natura”, quanto para a fibra e a mucilagem. Dentre os principais consumidores, encontra-se em potencial a indústria automobilística, construção civil, indústria calçadista, têxtil etc. Atualmente somente a indústria automotiva apresenta-se com uma demanda de 350 toneladas por mês, sem considerarmos as outras utilizações do curauá.

É válido ressaltar que se tem tido uma preocupação no que se refere a alguma tecnologia de gestão, principalmente junto ao produtor, pois, considerando-se as experiências passadas, observamos que a falta de tecnologia do sistema de produção, de análise de custos, de métodos de planejamento e controle de produção foram determinantes para o enfraquecimento do cultivo de outras fibras vegetais. A tradição agrícola na Amazônia tem suas características muito peculiares no que se refere ao modelo produtivo e a gestão propriamente dita, tornando-se esses dois fatores um desafio para o crescimento da cultura do curauá.

2.6 CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E NUTRIÇÃO MINERAL.

Lee (1972), define que o crescimento da planta se reflete no aumento irreversível no tamanho; acrescentaria, também, que ele geralmente é acompanhado por um aumento no peso e no material vivo do qual o organismo é constituído. Assim, o crescimento é quantitativo e pode ser medido com régua, balanças ou com várias técnicas de análises químicas.

O mesmo autor, diz que o desenvolvimento é um processo qualitativo. Pode ser observado, mais não medido. Significa modificações – externas e internas – na forma, no tamanho e na posição relativa das varias partes da planta durante seu ciclo de vida. Compreende a organização dessas partes na planta inteira e as atividades correlatas dessas partes, que tornam a planta um ser vivo.

As carências nutricionais ocupam posição de destaque dentre os fatores abióticos que podem causar prejuízos ao desenvolvimento e à produção. Assim, o recurso mais adequado para a avaliação do estado nutricional da planta, tendo em vista a identificação de possíveis deficiências, é, sem dúvida, a análise química de tecidos. Porém, nem sempre é possível a realização de tais análises, o que tem resultado num exercício constante de buscar enxergar nas plantas, ainda no campo, sintomas que possam auxiliar nessas avaliações (MATOS et al., 2000).

2.7 NUTRIENTES MINERAIS NA PLANTA

Segundo Malavolta e Violante Netto (1989), quando a fase sólida ou lábil, e na sua falta, o adubo, não fornece os elementos em quantidades e proporções suficientes, aparecem sintomas de fome, deficiência ou carência, os quais se manifestam nas folhas, principalmente, podendo fazê-lo também nos frutos e, às vezes, nas raízes, caules e ramos.

A observação detalhada de todas as anormalidades visuais apresentadas por uma planta, é importante para se diagnosticar uma desordem nutricional, ocasionada pela deficiência de um determinado nutriente.

Tais anormalidades são reconhecíveis na maioria das plantas. Entretanto, existem respostas peculiares entre e dentro das espécies, como resultado da expressão genética, influenciando a distribuição dos elementos ou sensibilidade de sistemas metabólicos (VOSE, 1963).

2.7.1 . Deficiência de nitrogênio

O nitrogênio é necessário para todas as reações enzimáticas nos vegetais, podendo ser absorvido na forma de amônia (NH_4^+) ou nitrato (NO_3^-), e está diretamente envolvido na fotossíntese, por fazer parte da molécula de clorofila (MALAVOLTA, 1980)

Excetuando-se a de água, nenhuma outra deficiência é tão dramática nos seus efeitos quanto a de nitrogênio. A clorose geral e o estiolamento são os sintomas mais característicos. O crescimento é atrasado e lento e as plantas têm aparência raquítica. O fruto é freqüentemente muito colorido. As partes mais maduras da planta são as primeiras a serem afetadas porque o nitrogênio é translocado das regiões mais velhas para as mais novas em crescimento (EPSTEIN, 1975).

O nitrogênio, também, participa como estimulante na formação e desenvolvimento de gemas floríferas e frutíferas, maior vegetação e perfilhamento e aumento do teor de proteína. (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1989)

Viégas et al. (1992), cita que em plantas de juta, também produtoras de fibra, a concentração do nitrogênio encontra-se em teores de 2,46 e 2,20% de N na matéria seca das folhas superiores e inferiores do tratamento completo, respectivamente, enquanto nas folhas superiores e inferiores, no tratamento com omissão de N, os teores médios foram, respectivamente, de 1,32 e 1,21 % de N.

Por sua vez, Fasabi (1996) cita que plantas de malva cultivadas em solução nutritiva com omissão de nitrogênio, manifestaram primeiramente sintomas de deficiência do nutriente, logo aos 7 dias após o início dos tratamentos. Inicialmente, as plantas de malva exibiram a coloração verde pálida nas folhas velhas, distribuindo-se uniformemente no limbo, no pecíolo e nas nervuras. Com a intensidade da deficiência, essas folhas assumiram tonalidades verde-amarela, para no final, tornaram-se totalmente amarelada. Viégas et al. (1992) observaram características similares de deficiência de nitrogênio quando trabalharam com plantas de juta nas mesmas condições de cultivo.

De acordo com Monnerat, Pereira e Guimarães (1995), em plantas de rami, outra planta produtora de fibra, foram encontradas concentrações de 4,1 e 2,4 de N/kg de matéria seca de plantas normais e deficientes, respectivamente.

O N absorvido, é facilmente distribuído nas plantas via floema, na forma de aminoácidos. Quando o suprimento é insuficiente, o N das folhas velhas é mobilizado para os órgãos e folhas mais novos. Conseqüentemente, plantas deficientes em N mostram os sintomas, principalmente, nas folhas mais velhas, com uma clorose. A proteólise das proteínas nestas condições e a redistribuição dos aminoácidos, resultam no colapso dos cloroplastos, e assim ocorre um decréscimo no conteúdo de clorofila; por esta razão, o amarelecimento das

folhas velhas é o primeiro sintoma de uma inadequada nutrição da planta em nitrogênio (FASABI, 1996)

2.7.2 . Deficiência de fósforo

As plantas absorvem o fósforo preferencialmente como ânion $\text{H}_2\text{PO}_4^{-2}$. O fósforo tem importância para as plantas como constituinte de compostos armazenadores de alta energia, como o ATP (trifosfato de adenosina). É através desta, que a semente germina, a planta efetua a fotossíntese, absorve de forma ativa os nutrientes do solo e sintetiza vários compostos orgânicos. Os primeiros compostos orgânicos formados com o fósforo dentro da planta, são as fosfohexoses e o difosfato de uridina, que são precursores do ATP (MALAVOLTA, 1980)

Segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), o fósforo acelera a formação de raízes, aumenta a frutificação, apressa a maturação dos frutos, aumenta o teor de carboidratos, óleos, gorduras e proteínas e ajuda a fixação simbiótica de nitrogênio.

Os principais sintomas de deficiência de fósforo, em muitas espécies, ocorrem nas folhas que ficam verde – escuro ou verde – azulado. Frequentemente, desenvolvem-se ao longo das nervuras pigmentos vermelhos, roxos e pardos. O crescimento é reduzido e, em condições de deficiência severa, as plantas ficam anãs.

Fasabi (1996), cita que em plantas de malva, os sintomas de falta de fósforo surgiram 26 dias após a aplicação dos tratamentos, onde as folhas mais velhas apresentaram uma coloração verde-escura, sendo mais evidente nas margens do limbo, e com aspecto áspero ao tato. Com a intensificação da deficiência houve queda prematura das folhas.

Não diferente de Fasabi (1996), Viégas et al. (1992), quando trabalharam com plantas de juta, definiram o sintoma de deficiência de fósforo, como pouco evidente, embora tenham observado nas folhas mais velhas a coloração verde escura e manchas cloróticas que se estenderam para os bordos, ocorrendo posterior secamento.

O fósforo aparece na planta em forma orgânica e inorgânica. Na forma inorgânica aparece como ortofosfato e em menor quantidade como pirofosfato, e representa uma proporção relativamente alta em relação ao fósforo total no tecido. As formas orgânicas de fósforo na planta estão como compostos de ésteres de carboidratos (MALAVOLTA, 1980).

2.7.3 . Deficiência de potássio

As plantas produtoras de amido, açúcar e fibras parecem ser particularmente exigente em potássio (MALAVOLTA,1980).

Segundo Malavolta et al. (1989), o potássio é bastante permeável nas membranas plasmáticas, e isto o torna facilmente absorvido e transportado à longa distancia pelo xilema e pelo floema. Grande parte do potássio na planta está em forma solúvel, portanto, a sua redistribuição é bastante fácil no floema. Então, em condições de baixo suprimento de potássio pelo meio, o elemento é redistribuído das folhas mais velhas para as mais novas e para as regiões em crescimento. O potássio estimula a vegetação e perfilhamento, aumenta o teor de carboidratos, óleos, gorduras e proteínas, estimula o enchimento dos grãos, diminuindo o chochamento, promove o armazenamento de açúcar e amido, ajuda na fixação simbiótica de N, aumenta a utilização de água e a resistência a secas, geadas, pragas e moléstias.

Os principais sintomas de deficiência de potássio na planta são manifestados, primeiramente, nas folhas mais velhas (indicação da rapidez na redistribuição) como uma clorose seguida de necrose das pontas e margens foliares (MALAVOLTA, 1980).

Em muitas espécies, a deficiência de potássio faz com que as folhas tornem-se verde – escuro ou verde – azulado, como no caso da carência de fósforo. Muitas vezes se desenvolvem manchas necróticas nas folhas. Pode haver, também, necrose marginal ou queimadura. O crescimento é abaixo do normal e, em condições severas, os ramos terminais e laterais podem morrer (EPSTEIN, 1975).

Fasabi (1996) descreve que o sintoma de deficiência de potássio começou a se manifestar após 29 dias do inicio de aplicação dos tratamentos, e se caracterizou, inicialmente, pela clorose marginal nas folhas inferiores, tanto próximos à base, quanto ao ápice. Posteriormente, surgiram necroses, sendo estas de cor marrom – escura nas áreas afetadas, seguida por queda prematura das folhas. A deficiência de potássio também afetou a altura da planta, e de igual forma, o diâmetro do caule.

Sintomas semelhantes foram descritos por Viégas et al. (1992), quando omitiram o elemento potássio em plantas de juta.

2.7.4 . Deficiência de cálcio

O cálcio tem muitos efeitos no crescimento e desenvolvimento da planta: através do amadurecimento e a senescência, melhora a qualidade dos frutos e das hortaliças, altera a resposta geotípica, a fotossíntese e outros processos como a divisão celular, movimentos citoplasmáticos e o aumento do volume celular; várias desordens fisiológicas como o “burraco amargo” (bitter pit) da maçã, a podridão estilar ou fundo preto do tomate, o coração negro do tomate e o coração negro oco da batata estão relacionados com baixo teor de cálcio nesses tecidos. O aumento no nível de cálcio, em geral diminui a ocorrência ou gravidade dessas ordens.

O cálcio é essencial para a manutenção e integridade estrutural das membranas e das paredes celulares: quando há deficiência as membranas começam a vazar, a compartimentação celular é rompida e a ligação do cálcio com a pectina da parede celular é afetada. O pectato de cálcio da lamela média atua como uma ligação entre uma célula e outra, sendo depositado durante a citocinese (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Os sintomas de deficiência de cálcio aparecem primeiro e são mais severos nas regiões meristemáticas e folhas novas. A necessidade de cálcio nesses tecidos parece ser alta e o elemento contido nos órgãos mais velhos, maduros, tende a ser imobilizado neles, não sendo translocado para as regiões novas que crescem ativamente. Os pontos de crescimento são danificados ou morrem. Nas flores e nos frutos em desenvolvimento, os sintomas se chamam “podridão estilar” e o crescimento das raízes são afetados severamente (EPSTEIN,1975).

Viégas et al. (1992), identificou que o teor médio de cálcio na matéria seca de plantas de juta foi de 12,1 g/kg nas folhas superiores, 14,3 g/kg nas folhas inferiores, 4,9 g/kg no caule e 3,3 g/kg nas raízes. Segundo o mesmo autor, os teores de cálcio em plantas de juta com deficiência neste elemento, foram de 3,2 g/kg nas folhas superiores, 3,5 g/kg nas folhas inferiores, 1,1 g/kg no caule e 1,4 g/kg nas raízes.

Em plantas de malva, foi observado por Fasabi (1996) que a deficiência de cálcio teve o seu início 15 dias após a aplicação dos tratamentos. Observou-se redução drástica do crescimento, afetando a parte aérea (49,86 cm de altura), caule fino (6,09 mm de diâmetro), pouca produção de folhas e por conseguinte, reduzida área foliar (559,25 cm²). As raízes apresentaram-se pouco desenvolvidas de cor castanho – escuro e com ligeiro apodrecimento. Com o avanço da deficiência, surgiram manchas cloróticas seguidas de necrosamentos nos bordos e limbo das folhas novas.

2.7.5 . Deficiência de magnésio

Sem dúvida o papel mais conhecido do magnésio na vida da planta refere-se a sua presença na clorofila, em que ocupa o centro de uma estrutura plana formada por um anel tetrapirrólico. Cerca de 10% do magnésio total da folha estão na clorofila, de cujo peso representa 2,7%. O magnésio e o nitrogênio são os únicos nutrientes do solo que são constituintes da clorofila. O magnésio também ajuda no metabolismo do fosfato, na respiração da planta e na ativação de vários sistemas enzimáticos (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997)

Segundo Epstein (1975), diferentemente do cálcio, o magnésio é facilmente translocado para as regiões novas de crescimento ativo. Como consequência, é nas folhas maduras que os sintomas de deficiência primeiro aparecem. A clorose marginal é comum sendo acompanhada frequentemente por variada pigmentação. A clorose pode, também, começar em áreas ou manchas que depois se juntam e se espalham para as pontas e margens das folhas.

Os primeiros sintomas de deficiência de magnésio em plantas de malva, observado por Fasabi (1996), ocorreram aos 28 dias após o início dos tratamentos. Inicialmente, as folhas mais velhas apresentaram amarelecimento e clorose internerval, sendo que uma faixa estreita de tecido verde permaneceu ao longo das nervuras . Com a intensidade da deficiência, as partes das margens apareceram necrosadas e ocorreu um forte desfolhamento.

Viegás et al. (1992), observou os mesmos sintomas em plantas de juta, com clorose internerval acentuada, e faixas verdes entre as nervuras secundárias à semelhança de uma “espinha de peixe”.

2.7.6 . Deficiência de enxofre

O enxofre é absorvido ativamente pelas raízes predominantemente na forma altamente oxidada de sulfato. As folhas, além do sulfato, são capazes de absorver também o gás SO_2 existente no ar, fazendo-o, porém, de modo pouco eficiente. Folhas e frutas cítricas são

capazes de absorver o S elementar, molhável. As raízes finalmente, são capazes de absorver enxofre orgânico como aminoácido (cisteína e cistina).

O SO_4^{-2} é transportado em muito maior proporção na direção acrópeta, da base da planta para cima, sendo que a capacidade da planta para mover o enxofre na direção basípeta é pequena e, por isso, nos casos de carência, os sintomas aparecem em primeiro lugar nos órgãos mais novos, como folha jovem (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Segundo Epstein (1975), os sintomas de deficiência de enxofre se assemelham aos de falta de nitrogênio. As plantas são cloróticas, raquíticas e crescem pouco.

Viégas et al. (1996), relatam que após 30 dias de aplicação dos tratamentos, os principais sintomas de deficiência de enxofre em plantas de juta, foi coloração verde – clara nas folhas mais novas para, posteriormente, com a intensidade da deficiência, transformar-se em uma clorose generalizada em toda a planta. A média da altura das plantas foi de 148 cm e o crescimento do sistema radicular foi menor 125 % em relação ao tratamento completo, sendo, portanto, menos afetado que os demais tratamentos.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 . CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA, no período de abril a outubro de 2004.

Foram utilizadas mudas de curauá (*Ananas erectifolius* L.B.Smith), variedade roxa, provenientes do laboratório de Biotecnologia localizado no município de Benevides – PA.

O material foi selecionado, procurando-se uniformizar, ao máximo, através da escolha de plantas com a parte aérea e o sistema radicular nas mesmas condições de crescimento. As mudas foram então transplantadas para vasos de plástico com capacidade para 5 litros, contendo sílica lavada moída tipo zero grosso e água deionizada, usando-se uma planta por vaso. Os vasos de plástico foram perfurados próximo à base, pintados na parte externa com tinta aluminizada, para reduzir a passagem de radiação solar incidente para dentro dos vasos e o aparecimento de algas. Na perfuração de cada vaso foi conectado um segmento de tubo de plástico flexível, de coloração azul, ligando o interior do vaso com a boca da garrafa, também de plástico, com 1 litro de capacidade, e pintada com tinta aluminizada, colocada em nível inferior ao do vaso.

A sílica utilizada foi lavada com hipoclorito de sódio e água deionizada, para evitar contaminação. Em seguida procedeu-se a aclimatização das mudas de curauá, para permitir uma melhor adaptação e crescimento homogêneo das mudas, com a utilização de solução nutritiva completa de Bolle-Jones (1954), diluída nas proporções 1:10, em seguida 1:5 e em seguida foram submetidas aos tratamentos.

3.2 EXPERIMENTO COM OMISSÃO DE NUTRIENTES

Quando as plantas estavam completamente recuperadas do transplante, iniciaram-se os tratamentos com as soluções nutritivas de Bolle-Jones (1954), nas quais se omitia um nutriente de cada vez, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Composição química das soluções nutritivas (ml/l), segundo Bolle-Jones (1954).

Soluções estoque	Tratamentos						
	Completo	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S
NaH ₂ PO ₄ M	1	1	-	1	1	1	1
Ca(NO ₃) ₂ 4H ₂ O M	2	-	2	2	-	2	2
KNO ₃ M	1	-	1	-	1	3	1
K ₂ SO ₄ M	2	2	2	-	2	3	-
MgSO ₄ M	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	-	-
(NH ₄) ₂ SO ₄ M	1,5	-	1,5	2	2,5	2	-
CaSO ₄ 2H ₂ O 0,01M	-	200	-	-	-	-	-
KH ₂ PO ₄ M	-	1	-	-	-	1	1
Mg(NO ₃) ₂ 0,5 M	-	-	-	-	-	-	2,5
NaNO ₃ M	-	-	1	-	-	-	-
Micro*	1	1	1	1	1	1	1
Fe-EDTA**	1	1	1	1	1	1	1

* Para o preparo de 1 litro de solução de micronutrientes foram usados os seguintes reagentes analíticos: 0,421 g de H₃BO₃; 1,75 g de MnSO₄; 0,2496 g de CuSO₄ 5 H₂O; 0,2875 g de ZnSO₄ 7 H₂O; 0,0431 g de MoO₃; (Bolle-Jones, 1954).

** Para 1 litro de solução foram dissolvidos 26,1 g de EDTA (ácido etilenodiaminote traacético) em 89,2 ml de NaOH N, misturando-se em seguida 24,9 g de FeSO₄ 7H₂O. A solução foi arejada durante uma noite, sendo o volume completado para 1 litro com água destilada, conservando-se em frasco escuro na geladeira.

Diariamente, o volume das soluções era verificado, e quando necessário completado com adição de água desmineralizada.

Durante a condução do ensaio, as soluções nutritivas foram renovadas a cada 15 dias e mantidas a pH 5,0 ± 0,2; os sintomas de deficiência foram observados e descritos.

Evidenciados os sintomas de deficiência, procedeu-se a coleta do material separando-se folhas, caule e raiz. O material coletado foi lavado e colocado para secar em estufa com circulação forçada de ar com temperatura entre 60 e 70 °C por cerca de três dias. Depois de secado, o material foi pesado, obtendo-se o peso da matéria seca para cada parte da planta. Posteriormente, o material foi moído em moinho tipo Willey com peneira de 20 malhas e acondicionado em saquinhos de papel para análises dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S.

3.3 ANÁLISE QUÍMICA DAS PLANTAS

As amostras do material colhido folha “D”, foram digeridas em ácido nítrico e perclórico concentrados, segundo o método descrito por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Em seguida, os extratos foram utilizados para a determinação dos teores totais dos seguintes nutrientes: fósforo, por calorimetria de molibdato - vanadato; potássio, por fotometria de chama; cálcio e magnésio, por espectrofotometria de absorção atômica; enxofre, por turbidimetria de sulfato de bário.

A determinação do nitrogênio foi feita utilizando-se a digestão sulfúrica de 200 mg de matéria seca, com destilação em aparelho microkjeldahl e titulação com H₂SO₄ 0,01 N.

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, contendo sete tratamentos e quatro repetições, sendo que cada planta foi considerada uma unidade experimental.

As variáveis avaliadas foram os sintomas visuais de deficiência de macronutrientes, produções de matéria seca das folhas, folha “D” (segundo Malavolta (1992), folha recém madura, num ângulo de 45 °, com bordas da base paralelas), raízes e total (g/planta) de curauá, relação parte aérea/ raiz (PA/R) e crescimento relativo (CR%), em função dos tratamentos.

Para o cálculo do crescimento relativo (CR) utilizou-se a fórmula: $CR (\%) = (M.S.O.N / M.S.T.C.) \times 100$ onde: M.S.O.N. = massa seca da planta inteira obtida em cada omissão de nutriente. M.S.T.C. = massa seca total obtida no tratamento completo.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística segundo Pimentel Gomes (1987). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% de probabilidade.

4 - RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 . PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA

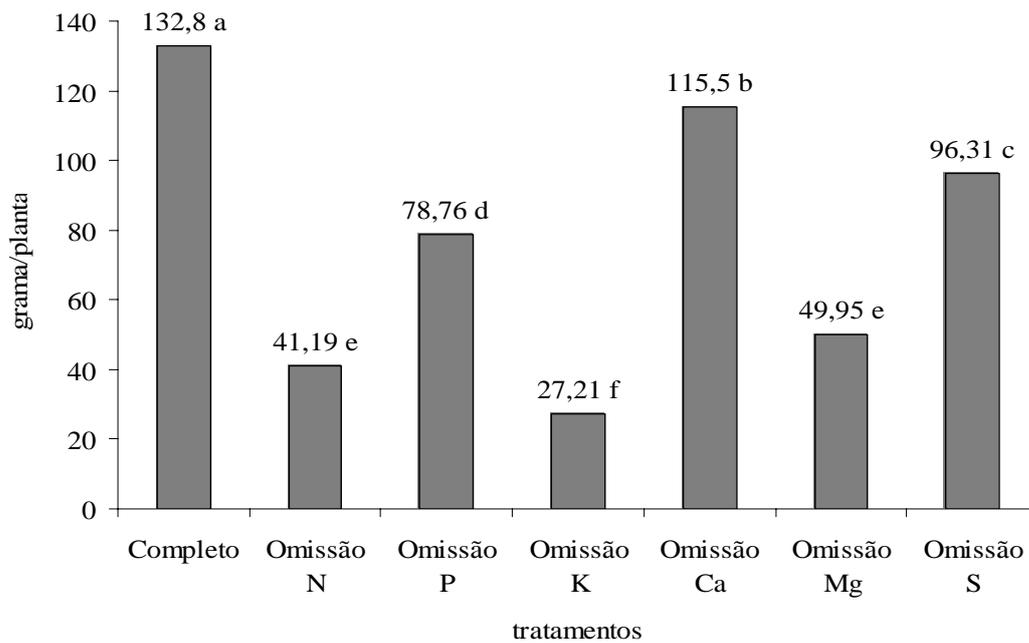
Os valores de matéria seca total e nos diferentes órgãos de plantas micropropagadas de curauá, variedade roxa em função dos tratamentos, encontram-se no ANEXO D.

O resumo da análise de variância da produção de matéria seca e níveis de significância da produção de matéria seca das folhas, folha D, raízes, total (g / planta) e da relação parte aérea / raiz (PA/R) e crescimento relativo (CR%), de plantas de curauá em função dos tratamentos, encontra-se em tabela constante no ANEXO E.

Os efeitos de omissão dos nutrientes não se deram de forma homogênea, quando se considerou, partes da planta separadamente. Nas folhas, os menores valores de produção de matéria seca foram observados nos tratamentos com omissão de nitrogênio (41,19 g/planta) e potássio (27,21 g/planta), que estatisticamente apresentaram diferença entre si. A maior produção registrou-se no tratamento completo (132,80 g/planta), seguido pelo tratamento com omissão de cálcio (115,50 g/planta), conforme demonstrado na Figura 1.

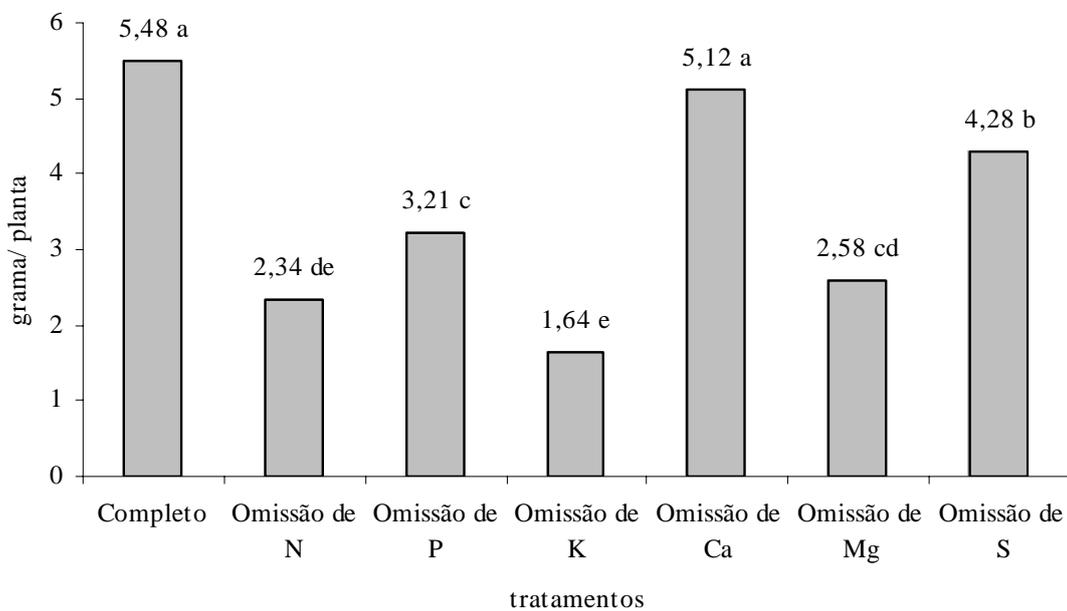
Segundo Fasabi (1996), as folhas superiores de malva registraram as menores produções de matéria seca nos tratamentos com omissão de cálcio, nitrogênio e potássio; a maior produção ocorreu no tratamento com omissão de enxofre, sendo em ambos os casos estatisticamente significativos com relação ao tratamento completo.

Na folha "D", registrou-se que os tratamentos com omissão de potássio (1,64g/planta), nitrogênio (2,34 g/ planta), magnésio (2,58 g/ planta), fósforo (3,21 g/ planta), enxofre (4,28 g /planta) e cálcio (5,12 g/ planta), foram os que demonstraram as mais baixas produções de matéria seca, sendo estatisticamente significativa das obtidas no tratamento completo (5,48 g/ planta) (Figura 2).



Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não apresentam diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

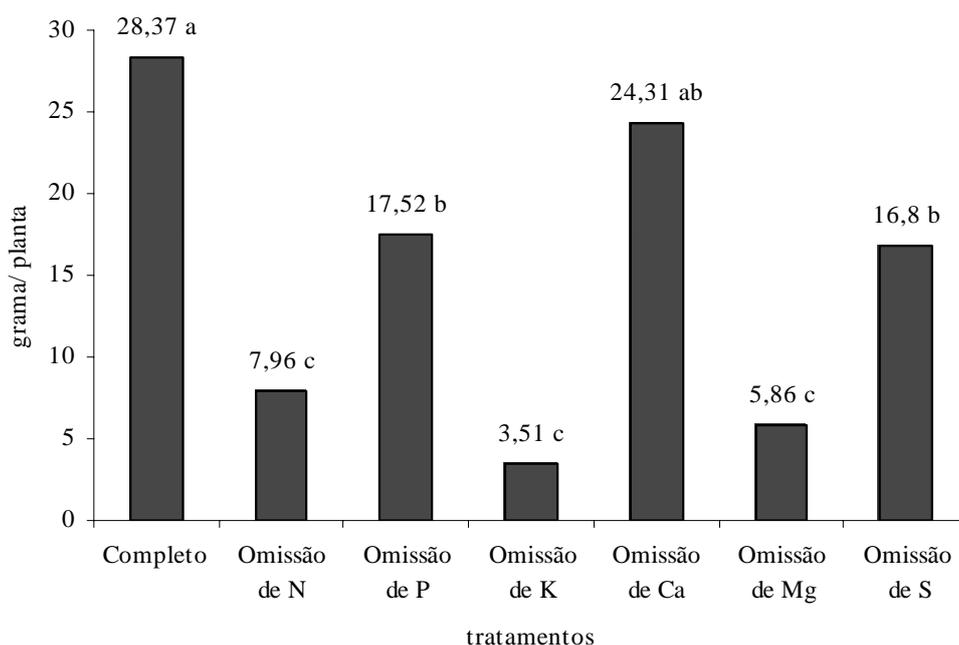
Figura 1 - Produção de matéria seca nas folhas de plantas de curauá em função dos tratamentos



Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não apresentam diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Figura 2 - Produção de matéria seca nas folhas "D" de plantas de curauá em função dos tratamentos

Nas raízes as omissões de nitrogênio, potássio e magnésio, foram os tratamentos que mostraram menores produções de matéria seca respectivamente 7,96 g/ planta, 3,51 g/ planta e 5,86 g/planta, enquanto os tratamentos com omissão de fósforo (17,52 g/ planta) e enxofre (16,80 g/ planta) estatisticamente não diferiram entre si, seguidos pela omissão de cálcio (24,31 g/ planta), sendo que o tratamento completo foi o que mais produziu matéria seca (28,37 g/ planta) (Figura 3).



Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não apresentam diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Figura 3 - Produção de matéria seca nas raízes de plantas de curauá função dos tratamentos

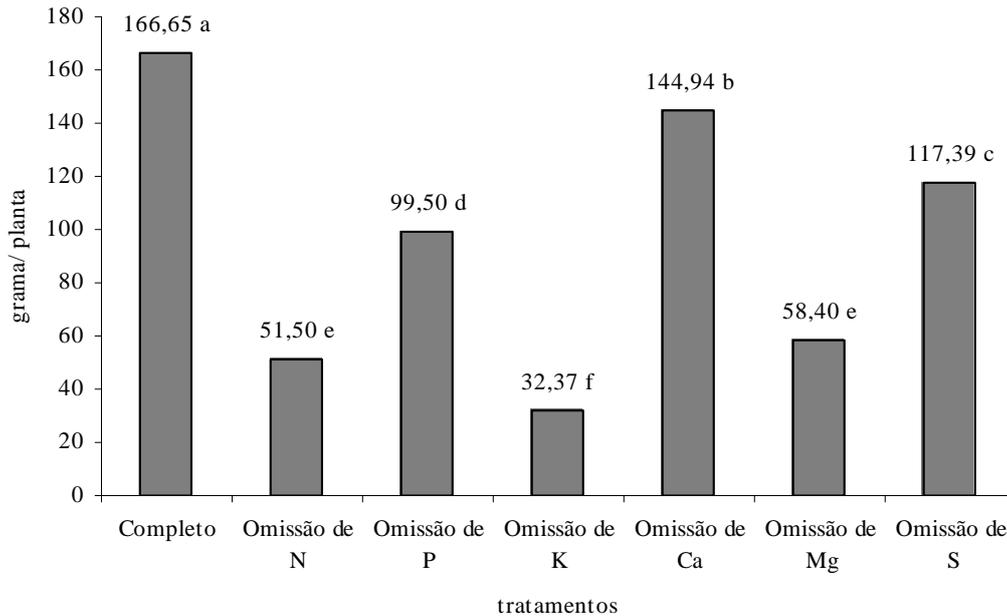
Para a matéria seca total, verificou-se que todos os tratamentos com omissão de um determinado nutriente foram inferiores ao do tratamento completo. (Figura 4)

Viégas et al. (1992) constataram que a omissão de nitrogênio foi o que mais limitou a produção de matéria seca em plantas de juta. Tal efeito é justificado uma vez que o nitrogênio é de elevada importância para o desenvolvimento da maioria das plantas, pois é o constituinte dos aminoácidos e, conseqüentemente, das proteínas. Quando omitido, provoca alteração no metabolismo dos vegetais com reflexos no crescimento e desenvolvimento.

Fasabi (1996) observou que a produção de matéria seca total em plantas de malva, que receberam todos os tratamentos com omissão de um determinado nutriente foram inferiores

ao do tratamento completo, à exceção dos tratamentos com omissão de enxofre, que mostrou resultados significativamente superiores àqueles apresentados pelo tratamento completo.

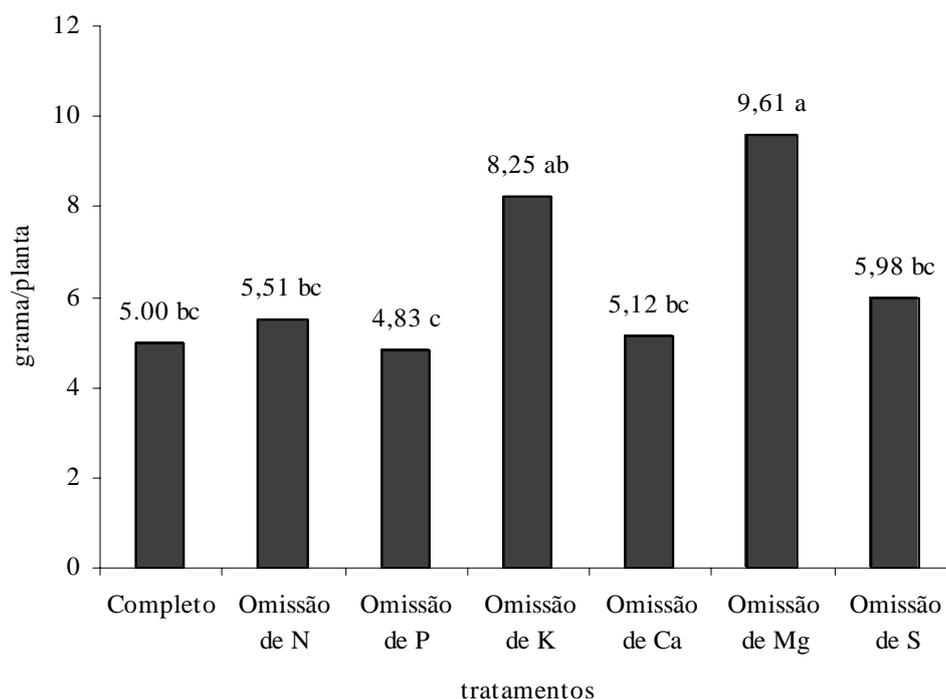
Fasabi (1996), diz que a omissão de cálcio, boro, nitrogênio, manganês, potássio e fósforo foram os tratamentos que mostraram menores produções de matéria seca enquanto o tratamento com omissão de enxofre proporcionou a maior produção de matéria seca por planta.



Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não apresentam diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Figura 4 - Produção de matéria seca total em plantas de curauá em função dos tratamentos

Considerando-se a relação entre parte aérea e raiz, os tratamentos com omissão de cálcio (9,61 g/planta) e omissão de potássio (8,25 g/planta) proporcionaram os melhores resultados seguido pelo tratamento completo (5,0 g/planta), omissão de nitrogênio (5,51 g/planta), omissão de enxofre (5,98 g/planta) e por último omissão de fósforo (4,83 g/planta) (Figura 5).



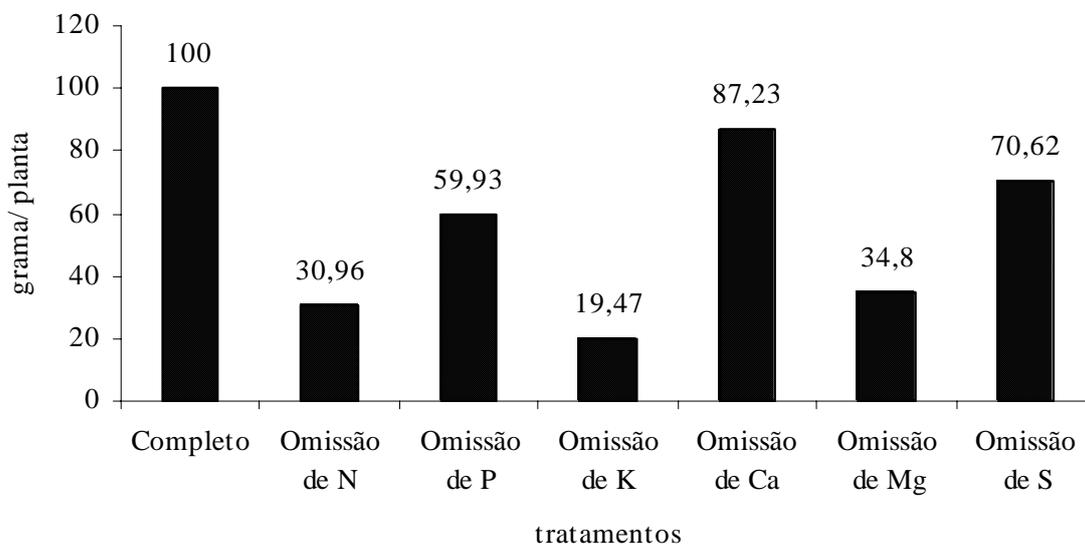
Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não apresentam diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Figura 5 - Produção de matéria seca na parte aérea e raiz em plantas de curauá em função dos tratamentos

De maneira geral, segundo os dados do ANEXO C, ilustrados na Figura 6, pode-se, afirmar que a omissão de potássio (19,47 g/ planta) foi o que mais limitou o crescimento relativo do curauá, como também, reduziu drasticamente a produção de matéria seca nas folhas, folha “D”, raízes e total. Considerou-se que houve a interferência do potássio no crescimento de plantas de curauá, observada no estágio de engorda das mudas de curauá, pois quando foi utilizado pó de coco como substrato, o qual é rico em potássio e nitrogênio, as mudas enraizaram e desenvolveram-se mais rapidamente.

As omissões de nitrogênio e magnésio, respectivamente 30,96 g/ planta e 34,80g/planta interferiram diretamente no crescimento das plantas, seguidos pela omissão de fósforo (59,93 g/ planta), enxofre (70,62 g/ planta) e cálcio (87,23 g/ planta).

O tratamento completo representou 100% de crescimento relativo (Figura 6).



Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não apresentam diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Figura 6 - Crescimento relativo de plantas de curauá em função dos tratamentos

4.2 . SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA DE MACRONUTRIENTES

As inferências baseadas apenas nos sintomas de carências minerais são reconhecidamente limitadas, por se tratar de recurso qualitativo e sujeito a muitos erros de interpretação. Não se pode esquecer, também, que o aparecimento de sintomas visuais de carências ocorre, normalmente, em estágios avançados das deficiências, quando a planta já teve comprometida alguma de suas funções vitais e/ou econômicas (MATOS et al., 2000). O ensaio em vasos indica o elemento ou elementos limitantes do crescimento e desenvolvimento da planta, através de sintomas visuais e produtivos de matéria seca. Na literatura ainda não existem informações que caracterizem as limitações nutricionais para a cultura do curauá, e a técnica do elemento faltante, no presente trabalho, se constitui no primeiro estágio de avaliação de deficiência nutricional para o curauá.

Entre todos os órgãos da planta (raiz, caule, ramos folhas e frutos), a folha é o que reflete melhor o estado nutricional, isto é, a folha é o órgão que indica melhor se a cultura está bem ou mal alimentada (MALAVOLTA, 1992).

Quando a concentração de um nutriente no tecido desce abaixo do nível necessário para o crescimento ótimo, diz-se que a planta está deficiente. Além disso, os sintomas de deficiência de certo nutriente podem diferir de acordo com a cultura. Assim, o conhecimento da sintomatologia numa espécie fornece pouca ajuda para identificá-la em outra (EPSTEIN, 1975).

4.2.1 . Deficiência de nitrogênio

Os sintomas de deficiência de nitrogênio em plantas de curauá foram os primeiros a se manifestar, ou seja, 30 dias após início da aplicação dos tratamentos, tendo as folhas maduras apresentando uma coloração avermelhada no centro e coloração verde-escuro, distribuindo-se uniformemente pelo limbo foliar. Foi observado que a plantas de curauá com deficiência de nitrogênio, apresentaram-se com porte reduzido, comparando-se com plantas que receberam tratamento completo (Figura 7).

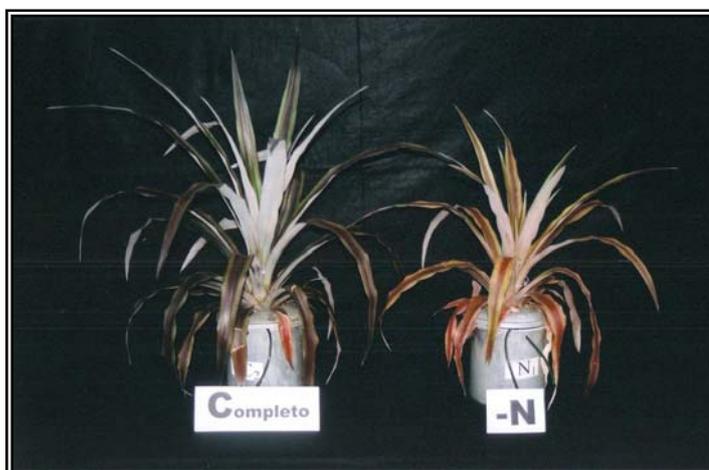


Figura 7 - Plantas de curauá com tratamentos Completo e com omissão de Nitrogênio (-N).

Não diferente do que foi observado por Viégas et al. (1992), as plantas de juta inicialmente exibiram a coloração verde – pálida nas folhas velhas. Com a intensificação da deficiência, essas folhas assumiram uma tonalidade verde – amarela, para no final tornarem-se totalmente amareladas. Foi observado que na ausência de nitrogênio as plantas de juta exibiram porte reduzido, presença de folhagem restrita e caule fino.

Fasabi (1996), observou também, que em plantas de malva cultivadas em solução nutritiva com omissão de nitrogênio, manifestaram-se primeiramente os sintomas de deficiência do nutriente, logo aos sete dias após o início dos tratamentos, manifestaram porte reduzido, folhagem restrita com área foliar pequena, plantas com caule fino, quando comparado com o tratamento completo. O crescimento de plantas de malva também foi comprometido em plantas com omissão de nitrogênio.

Segundo Malavolta, Vitti, Oliveira (1989), plantas de algodoeiro na ausência de nitrogênio, se apresentaram raquíticas, com pouca folhagem e clorose generalizada nas folhas velhas.

O nitrogênio na planta tem como função básica estimular o crescimento vegetativo, sendo responsável pela cor verde – escura da sua folhagem, quando bem nutridas, aumenta o tamanho dos grãos dos cereais, sendo o principal componente da proteína e controla a absorção.

4.2.2 . Deficiência de fósforo

As plantas de curauá manifestaram os sintomas de deficiência de fósforo aos 104 dias após início da aplicação dos tratamentos, tendo as folhas velhas se apresentado com uma coloração marrom-escuro no centro e coloração verde-escuro na bordas, no qual a cor marrom - escuro do centro mescla-se com a cor verde-escuro da borda das folhas ao longo do limbo foliar, como também a redução do crescimento e desenvolvimento das plantas. (Figura 8).

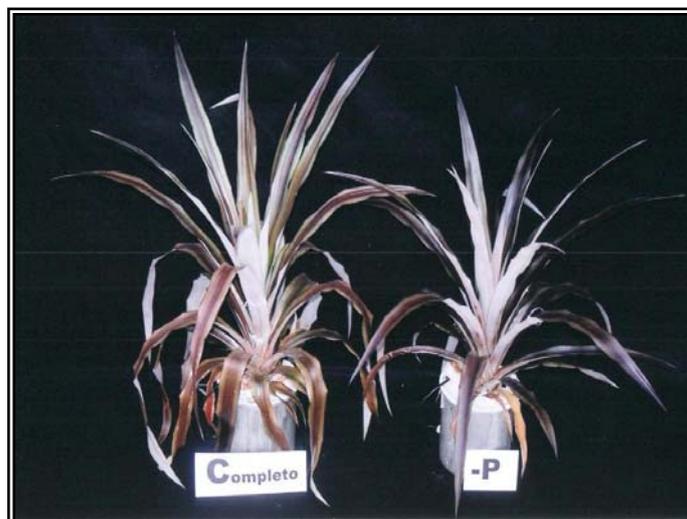


Figura 8 - Planta de curauá com tratamento Completo e com omissão de fósforo (-P).

Sintomas semelhantes foram descritos por Fasabi (1996), quando omitiram o elemento fósforo em plantas de malva. Os sintomas surgiram 26 dias após a aplicação do tratamento, onde as folhas mais velhas apresentaram uma coloração verde-escura, sendo mais evidente nas margens do limbo, e com aspecto áspero ao tato e com a intensificação da deficiência houve queda prematura das folhas.

Os sintomas de deficiência de P no algodoeiro não são tão marcantes quantos aqueles causados pela carência de N. No campo, as principais indicações mais visíveis é o pequeno desenvolvimento das plantas e a cor verde-escura da folha (MALAVOLTA, 1974)

Viégas et al (1992), estudando a deficiência de fósforo em plantas de juta, observou que a deficiência deste nutriente não se manifestou com muita clareza, sendo que após 25 dias dos tratamentos terem sido aplicados, as folhas mais velhas apresentaram-se com coloração verde – escura e manchas cloróticas que se estendiam para os bordos, ocorrendo posterior secamento, como também a redução na altura das plantas, caule fino e ausência de brotações laterais, foram também observados nas plantas do tratamento com omissão de fósforo.

4.2.3 . Deficiência de potássio

Os sintomas de deficiência de potássio em plantas de curauá manifestaram-se aos 36 dias após início da aplicação dos tratamentos, tendo as folhas velhas se apresentado com uma coloração verde-clara distribuindo-se uniformemente pelo limbo foliar. A deficiência de potássio também afetou o comprimento das folhas maduras.(Figuras 9).

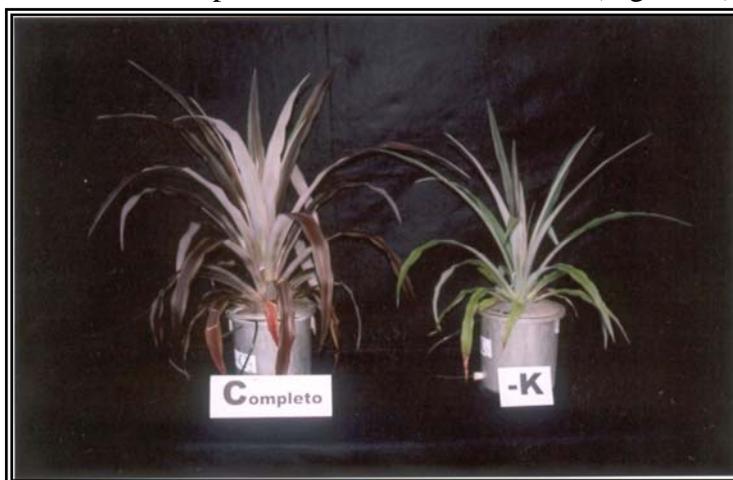


Figura 9 - Planta de curauá com tratamento Completo e com omissão de Potássio (-K).

Não diferente do que foi observado por Viégas et al. (1992), plantas de juta, com deficiência de potássio apresentaram inicialmente sintomas de clorose nas folhas inferiores, tanto na base quanto próximo ao ápice. Posteriormente surgiu necrose marrom – escura entre as nervuras de algumas folhas, com tecido ondulado e distorcido na região das nervuras. Nessas áreas necroticas o tecido ficou muito delgado, rompendo-se em alguns casos.

Fasabi (1996), descreve que o sintoma de deficiência de potássio em plantas de malva começou a se manifestar após 29 dias do inicio de aplicação dos tratamentos, e se caracterizou, inicialmente, pela clorose marginal nas folhas inferiores, tanto próximos à base quanto ao ápice. Posteriormente, surgiram necroses, sendo estas de cor marrom – escuro nas áreas afetadas seguida por queda prematura das folhas. A deficiência de potássio, também afetou a altura e de igual forma o diâmetro do caule, não diferenciando do ocorreu com plantas de curauá com deficiência de potássio,

4.2.4 . Deficiência de cálcio

Os sintomas de deficiência de cálcio em plantas de curauá manifestaram-se aos 160 dias após início da aplicação dos tratamentos, tendo as folhas novas apresentaram coloração marrom-claro no centro e coloração verde-claro na borda das folhas, a altura das plantas também foram visivelmente afetada pela ausência de cálcio. (Figura 10).

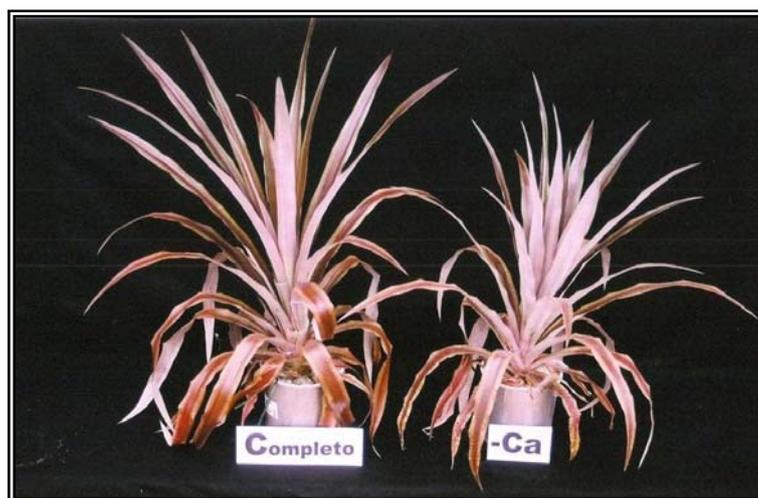


Figura 10 - Planta de curauá com tratamento Completo e com omissão de cálcio (-Ca).

Segundo Malavolta (1974), não se conhece sintomas de deficiência de cálcio em algodoeiro cultivado sob condição de campo. Em solução nutritiva, foi observada imediata paralisação no crescimento das plantas, aparecendo depois, murchamento das folhas, curvatura e colapso dos pecíolos, o que resulta em marcada defoliação, as poucas folhas que não caem tornam-se vermelhas, o desenvolvimento radicular é prejudicado podendo ocorrer apodrecimento entretanto. Pequeno é o número de flores e a queda de maçãs é muito intensa. Concordando parcialmente com esta pesquisa.

Viégas et al (1992), descreve que os sintomas de deficiência de cálcio em plantas de juta, surgiram aos 27 dias após a aplicação dos tratamentos, as plantas com omissão de cálcio, apresentaram murchamento das folhas, menor crescimento da parte aérea e das raízes, sendo estes resultados semelhantes aos obtidos nesta pesquisa

Não diferenciando do ocorrido com plantas de curauá, Fasabi (1996), diz que os sintomas de deficiência de cálcio em plantas de malva, manifestaram aos 15 dias após o início da aplicação dos tratamentos, com redução do crescimento, afetando diretamente a parte aérea, pouca produção de folhas e por conseguinte, reduzida área foliar.

4.2.5 . Deficiência de magnésio

Os sintomas de deficiência de magnésio em plantas de curauá manifestaram-se aos 44 dias após início da aplicação dos tratamentos, tendo as folhas velhas apresentado uma coloração marrom-claro no centro das folhas e coloração verde-claro na borda das folhas. (Figura 11).

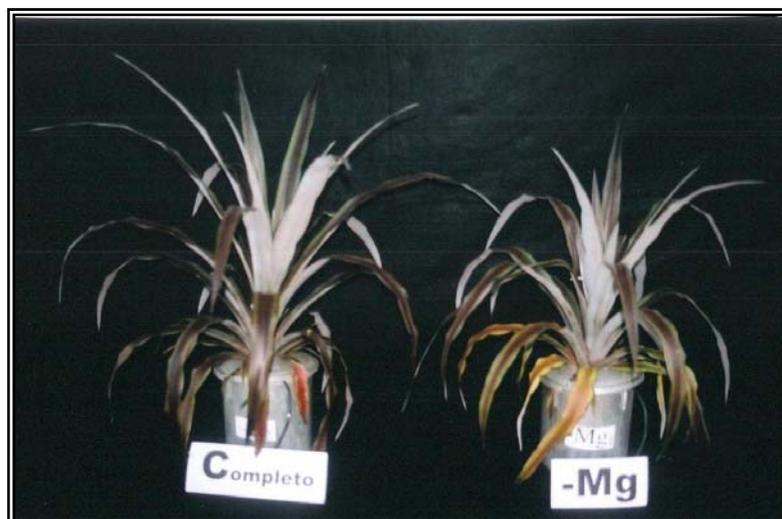


Figura 11 - Planta de curauá com tratamento completo com omissão de Magnésio (- Mg).

As deficiências de magnésio descritas para as plantas de curauá, coincidem com as apresentadas por Fasabi (1996) em plantas de malva que aos 28 dias após o início da aplicação dos tratamentos as folhas mais velhas apresentaram amarelecimento e clorose internerval, sendo que uma faixa estreita de tecido verde permaneceu ao longo da nervura.

Viégas et al. (1992), observaram que em plantas de juta, os sintomas de deficiência de magnésio surgiram três semanas após a aplicação dos tratamentos. O sintoma característico da deficiência de magnésio não saiu do padrão da maioria das culturas, como clorose acentuada entre as nervuras secundarias permanecendo faixas verdes entre as nervuras, semelhante a uma “espinha de peixe”.

4.2.6 . Deficiência de enxofre

As plantas de curauá manifestaram os sintomas de deficiência de enxofre aos 154 dias após início da aplicação dos tratamentos, tendo nas folhas superiores uma coloração marrom-claro no centro das folhas e coloração verde-clara na borda das folhas, a altura da planta foi visivelmente afetada pela deficiência de enxofre (Figura 12).

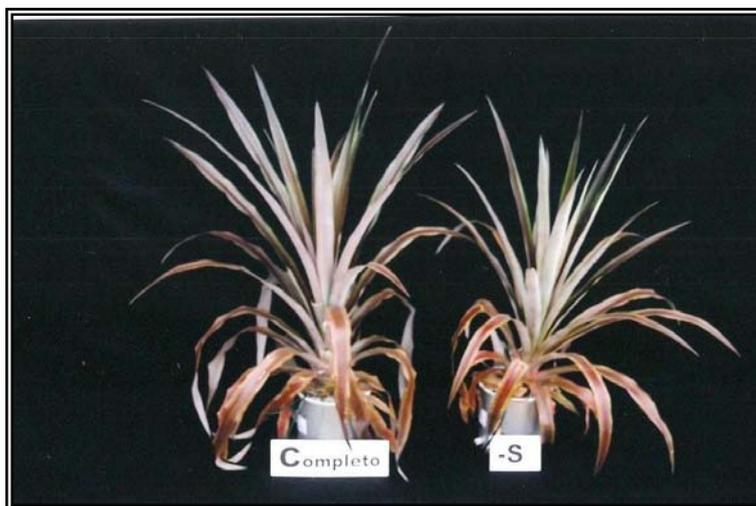


Figura 12 - Planta de curauá com tratamento Completo e com omissão de Enxofre (- S).

Sintomas similares ocorridos em plantas de curauá foram descritos por Viégas et al (1992), em plantas de juta os primeiros sintomas de deficiência de enxofre manifestaram-se 30 dias após a aplicação dos tratamentos e caracterizou-se, inicialmente, por apresentar

coloração verde – clara nas folhas mais novas para posteriormente, com a intensidade da deficiência, transforma-se em clorose generalizada em toda a planta.

Segundo Malavolta (1974), o algodoeiro requer um suprimento contínuo de S de uma fonte externa porque esse elemento se transloca muito pouco das folhas mais velhas para as mais novas, embora a translocação seja muito mais fácil das raízes para o caule. Torna-se claro, então, porque os sintomas de carência de S, que se manifestam inicialmente por uma clorose, aparecem primeiro nas folhas mais jovens; as folhas mais velhas são afetadas depois. Num estágio mais avançado todas as folhas adquirem coloração verde-limão e as plantas se tornam pouco desenvolvidas, com pequeno número ou nenhuma maçã se desenvolve.

4.3. TEORES DE MACRONUTRIENTES

4.3.1. Nitrogênio

Os valores médios dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S na folha “D” das plantas de curauá, em função dos tratamentos, encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Teores médios de macronutrientes (g/kg) na folha “D” em plantas de curauá, nos diferentes tratamentos (1).

Tratamentos	Macronutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Completo	25,21 a	5,87 a	22,25 a	3,47 a	2,94 a	2,80 a
Omissão de N	11,80 c	3,00 cd	20,54 ab	2,85 ab	1,33 c	1,38 c
Omissão de P	14,08 bc	0,39 e	15,00 c	2,32 bc	1,51 bc	1,46 b
Omissão de K	12,63 c	5,86 a	8,26 d	2,08 bc	2,07 b	1,34 c
Omissão de Ca	13,32 bc	2,80 d	19,29 ab	1,95 c	1,88 bc	1,10 e
Omissão de Mg	17,42 b	3,87 bc	20,83 ab	2,44 bc	0,51 d	1,20 d
Omissão de S	12,50 c	4,14 b	17,87 bc	3,38 a	1,67 bc	0,62 f
D.M.S. (5%)	4,54	0,89	3,23	0,05	0,57	0,04
C.V. (%)	12,72	10,22	7,00	14,35	14,43	1,31

(1) Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não apresentam diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Verifica-se que a omissão de nitrogênio ocasionou uma redução na concentração desse nutriente na parte amostrada da planta, comparada com a do tratamento completo. Viégas et al. (1992) observou o mesmo fato em plantas de juta em cultivo de vaso. No tratamento completo, a maior concentração de nitrogênio, indica a alta mobilidade desse nutriente (EPSTEIN, 1975).

Os maiores teores de nitrogênio nas folhas, foram observados com a omissão de Mg, P e Ca, respectivamente, que mostram-se significativamente inferiores ao tratamento completo. Cibes e Samuels (1955) verificaram que a omissão de potássio aumentou a concentração de N em folhas de cafeeiro, ocorrendo o mesmo em plantas de pimenta do reino observadas por Veloso (1993).

Fasabi (1996) trabalhando com planta de malva observou que a omissão de nitrogênio ocasionou uma redução no teor do nutriente em todas as partes das plantas. Os dados obtidos no presente trabalho estão de acordo com os encontrados pelo autor acima mencionado.

4.3.2. Fósforo

Com relação ao fósforo, observa-se a diminuição no teor do elemento nas folhas das plantas de curauá, com a omissão desse nutriente na solução nutritiva, em relação ao tratamento completo. Os maiores teores de P nas folhas foram observados com as ausências de K e Mg, que foram inferiores significativamente ao tratamento completo, conforme Tabela 2. Resultados semelhantes foram obtidos por Fasabi (1996) em plantas de malva.

Viégas et al. (1992) encontraram altos teores de fósforo nas folhas inferiores de plantas de juta, quando cultivadas na ausência de potássio, cálcio e enxofre. Tais resultados foram, também, encontrados em pimenteira do reino, por Veloso (1993), que observou aumento nos teores de fósforo em plantas deficientes em potássio e em cálcio. Segundo Malavolta (1980), o magnésio funciona como carregador de fósforo ou seja com deficiência de potássio ocorre maior absorção de magnésio ou menor competição e, conseqüentemente, maior absorção de fósforo.

4.3.3. Potássio

O teor médio de potássio nas folhas da planta diminuiu com a omissão desse nutriente. Observou-se, ainda, os teores de potássio obtidos nos tratamentos referentes à omissão de magnésio, nitrogênio e cálcio, não apresentaram diferenças significativas, quando comparado com o tratamento completo. Resultados semelhantes foram observados por Fasabi (1996), quando analisou plantas de malva.

Mengel, Viro, Hehl (1976) relatam que o potássio não influencia somente a translocação de compostos nitrogenados para os grãos, mas, também, exerce efeito positivo no transporte dos mesmos da raiz para a parte aérea.

Rodrigues Filho, Feitosa, Gerin (1988) observaram que plantas de amendoim cultivadas em areia e irrigadas com solução nutritiva, na ausência de potássio, aumentaram a absorção de nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio e enxofre.

Fasabi (1996) observou que plantas de malva sob omissão de nitrogênio, tiveram um aumento na concentração de potássio nas folhas. Por outro lado, Viégas et al. (1992) estudando plantas de juta, encontraram altos teores de potássio nas folhas, na ausência do nitrogênio, resultados que mostra certa concordância com os apresentados no presente trabalho.

Maiores teores de potássio nos tratamentos com omissão de magnésio eram esperados, estimados pela falta de competição na absorção entre os íons K^+ e Mg^{++} (MALAVOLTA, 1980). O mesmo autor relata que o cálcio em baixas concentrações estimula a absorção de potássio.

4.3.4. Cálcio

Quanto ao cálcio, observa-se que o maior teor nas folhas ocorreu quando se omitiu o enxofre e o nitrogênio que não diferiram significativamente do tratamento completo, seguido das omissões de magnésio, fósforo e potássio, com resultados inferiores significativamente ao tratamento padrão. Verifica-se, na Tabela 2, a redução altamente significativa no teor de cálcio nas folhas das plantas, quando se omitiu esse nutriente da solução nutritiva, em comparação ao tratamento completo.

Diferentes partes de plantas de malva foram analisadas por Fasabi (1996), onde foi observado que as maiores concentrações de cálcio ocorreram nas folhas superiores, quando se

omitiram o boro, o enxofre e o potássio, nas folhas inferiores, na ausência de enxofre, potássio, boro e magnésio no caule, na omissão de enxofre, boro, magnésio, zinco e ferro.

Veloso (1993), estudando os efeitos de omissão de cálcio em pimenteiras do reino, encontrou resultados semelhantes, verificando inclusive maiores concentrações nas folhas na ausência de potássio e enxofre, quando comparado com o tratamento completo. Viégas et al. (1992) mencionam que os maiores teores de cálcio foram encontrados nas folhas de plantas de juta, na ausência de potássio.

Scaife e Turner (1983), afirmam que a análise da planta inteira, para diagnosticar o estado nutricional do cálcio tem pouco valor, por outro lado, quando se amostra tecido susceptíveis, a concentração deste nutriente tem sido bastante variável. Analisando diferentes partes de plantas de juta, Viégas et al. (1998), verificaram que maiores concentrações de cálcio no caule, foram encontradas na ausência de potássio e nitrogênio, concluindo que em todas as partes das plantas onde houve omissão de cálcio, o teor do desse nutriente reduziu significativamente.

4.3.5. Magnésio

Os maiores teores de magnésio nas folhas de curauá ocorreram nas omissões de potássio, cálcio, enxofre e fósforo, que não diferiram entre si, mais foram inferiores significativamente ao tratamento completo. Esses resultados indicam que a não ocorrência da inibição competitiva do potássio estimulou a absorção de magnésio, conforme citado por Epstein (1975). Resultados semelhantes foram observados por Fasabi (1996) em plantas de malva, onde a omissão de qualquer dos nutrientes na solução nutritiva, não afetou o teor de magnésio nas folhas superiores, porém, a falta de potássio, nas folhas inferiores, do boro, potássio, manganês, zinco e ferro. O mesmo autor também verificou uma tendência na redução no teor de magnésio em todas as partes das plantas, quando o mesmo foi omitido da solução nutritiva.

Vários pesquisadores, encontraram teores baixos de magnésio sob a omissão desse nutriente, em algumas culturas, como Viégas et al. (1992), em plantas de juta, Veloso (1993) em plantas de pimenta do reino, quando comparado com o tratamento completo.

4.3.6. Enxofre

Na Tabela 2, encontram-se os teores médio de enxofre nas folhas de plantas de curauá. Observa-se que as omissões de cálcio e magnésio proporcionaram reduções significativas dos teores de enxofre nas folhas das plantas, em comparação com o tratamento completo. Verifica-se que a omissão de enxofre ocasionou a maior redução na concentração desse nutriente na parte amostrada da planta, comparada com a do tratamento completo.

Verifica-se que a omissão de enxofre ocasionou a maior redução na concentração desse nutriente na parte amostrada da planta, comparada com o tratamento completo.

Alguns resultados foram demonstrados com outras culturas, por Veloso (1993) em plantas de pimenta do reino, Fasabi (1996) em plantas de malva e Viégas et al.(1992) em plantas de juta, os dados obtidos neste trabalho estão de acordo com os encontrados pelos autores acima mencionados. Esses resultados confirmam que a absorção de enxofre depende diretamente de sua concentração, e, indiretamente, das concentrações do cátion acompanhante, obedecendo a seguinte série crescente: Ca, Mg, Na, NH₄ e K (MALAVOLTA, 1984),

5 – CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho permitiram as seguintes conclusões:

- A omissão de potássio foi o tratamento que mais afetou o desenvolvimento das plantas e a produção de matéria seca da planta.
- A deficiência de potássio ocasionou crescimento irregular nas plantas de curauá, proporcionando menor quantidade de folhas, podendo interferir na quantidade de fibras.
- O crescimento relativo (CR%) obedeceu a seguinte ordem decrescente, em relação aos tratamentos: Completo > - Ca > - S > - P > - N = - Mg > - K.
- A não ocorrência de flores e frutos, em condição de deficiência de fósforo, pode ser benéfica para o curauá, com a possibilidade de aumento do rendimento de fibras.
- Os nutrientes mais absorvidos foram N e K, seguindo-se pela ordem decrescente, o P, Ca, Mg, e S.
- Os teores adequados e deficientes de nutrientes nas folhas foram respectivamente: N=25,21 e 11,80 g/kg; P=5,87 e 0,39 g/kg; K=22,25 e 8,26 g/kg; Ca=3,47 e 1,95 g/kg; Mg=2,94 e 0,51 g/kg; S=2,80 e 0,62 g/kg.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, J.E.P; CORREA, A.R.; SILVA, C.V.G.F., **Pólo de tecelagem plana de fibras artificiais e sintéticas da região de Americana**. Americana – São Paulo, Apostila. 2001. 24p. – ADAPTADO
- BASTOS, M.A.R. **Biologia da cochonilha do abacaxi *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell,1893) (Hemíptera, Pseudococcidade), e seus diferentes métodos de controle**. 1996.29 f. Monografia (Bacharelado em Horticultura) – FCAP, 1996.
- BOLLE - JONES, E.W. Cooper its effects on the growth of rubber plant (*Hevea brasiliensis*), **Plant and soil**. v. 10, n.2 , p. 150 - 178, 1954.
- CUNHA, E.J. de S. Utilização industrial de fibras vegetais. In: FARIA, L.J.G de COSTA, C.M.L (Coord.). **Tópicos especiais em tecnologia de produtos naturais**. Belém: UFPA/ NUMA/ POEMA, 1998. 82p.
- CUNHA, A.P.da.et al. **Abacaxi para exportação: aspectos técnicos para a produção**. Brasília: (série publicações técnicas, 11) FRUPEX,. 1999. 41p.il.
- DUBOIS, C.L.J. Plantas amazônicas como potencial agroindustrial.In: MITSCHENT,T., PINHO,J.; FLORES,C.**Plantas amazônicas e seu aproveitamento tecnológico**.Belém: CEJUP, 1993.p.26.
- EPSTEIN, E., **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Rio de Janeiro:Livros Técnicos e Científicos,1975.341p.
- FABASI, J.A.V., **Carência de macro e micro nutrientes em plantas de malva (*Urena lobata*), variedade BR – 01**. 1996.86 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)_Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, 1996.
- FERREIRA, A.B.de H. **Novo dicionário da língua portuguesa. 2.ed. ver. Aum**. Rio de Janeiro.Editora Nova Fronteira. 1986.
- FÖLSTER,T. Uso técnico de fibras naturais.In: MITSCHENT,T.: PINHO, J.; FLORES C.; **Plantas amazônicas e seu aproveitamento tecnológico**. Belém: CEJUP, 1993.p.62-70.
- GALLO. G. et al. **Manual de entomologia agrícola**. 2 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988.649 p.il.

- LAVRINI, O.D; MOURA, W. Fibra de coco moldada – histórico, usos e tendências; **POEMATROPIC**, Belém, n. 5, p.48, jan.- fev. 2000
- LEDO, I.A.de M. **O cultivo do curauá no Lago Grande da Franca**. Santarém: Banco de Crédito da Amazônia. 1929.23p.
- LEE, A.E.; **Crescimento e desenvolvimento das plantas**. 2.ed. São Paulo, EDART, 1972. p. _____, **Nutrição mineral de plantas cultivadas**. São Paulo: Editora Pioneira, 1974. 752 p.ilust.
- _____, **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo:Ed.Agronômica Ceres, 1980.
- MALAVOLTA, E. **Potássio, magnésio e enxofre nos solos e culturas brasileiras**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1984. 91p. (Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Boletim técnico, 4).
- MALAVOLTA E. **ABC da análise de solos e folhas: amostragem, interpretação e sugestões de adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1992.
- MALAVOLTA, E.; VIOLANTE NETTO, A. **Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros**. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 153p.
- _____, VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A.; **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed., Piracicaba: Potafos, 1989. 201p.
- _____, VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A.; **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed., Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
- MATOS, A.P. de, et al. **Abacaxi – Fitossanidade**. Embrapa Comunicação para Transferência de tecnologia, 2000. 77 p. il. (Frutas do Brasil)
- MEDINA, J.C. **Plantas fibrosas da flora mundial**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1959.p.913
- MENGEL, K.; VIRO, M.; HEHL, G. Effect of potassium on uptake and incorporation of ammonium-nitrogen of rice plants. **Plant and Soil**, The Hague, v.44, p.547-558, 1976.
- MONNERAT, H.P.et al. **Sintomas de deficiências minerais em rami (*Bochmenia nivea* Gaud.)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 25.1995:Viçosa. **Resumo expandidos**.: SBCS/UHV,1995,V.2P.573-575
- MORAES, A.da C., **A broca do fruto – *Theclas brasiliodes*, Geyer, 1837 (Lepidóptera, Lycaenidae) do abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrie) e seus diferentes métodos de controle**. 1996. 29 p. Monografia (Bacharelado em Horticultura) _FCAP; 1996.

- OLIVEIRA, E.F de. et al. **Abacaxicultura: Contribuição tecnológica**. João pessoa. EMEPA-PB. 1999.96p.
- RODRIGUES FILHO, et al. Omissão de macronutrientes em plantas de amendoim. **Bragantia**, Campinas, v.47, n.2, p.305-312, 1988.
- SCAIFE, A.; TURNER, M. Diagnosing mineral disorders by eye: In: Diagnosis of Mineral Disorders in plants 2. **Vegetables**. London, her Majesty's stationery office, v.1, p.7-14, 1983.
- SILVA, R.N.P da. **Curauá** (*Ananas erectifolius* L.B. Smith), **uma cultura empreendedora**, Belém, UEPA – Centro de Ciências Naturais e Tecnológicas. 2003. 61f.
- VELOSO, C.A.C. **Deficiências de macro e micronutrientes e toxidez de alumínio e de manganês na pimenteira do reino** (*Piper nigrum* L.), 145 p. Tese (Doutorado em Agronomia)._ Piracicaba, ESALQ/ sp. 1993
- VIEGAS, I.de J.M.; el al. **Carência de macronutriente e de boro em plantas de juta** (*Chochorus capsularis* L.) **variedade roxa**. Belém: EMBRAPA – CPATU, 1992. 24p.
- VOSE, P.B. Varietal differences in plant nutrition. **Herbage Abstracts**, Farnham Royal, **33** (1): 1-13, 1963.

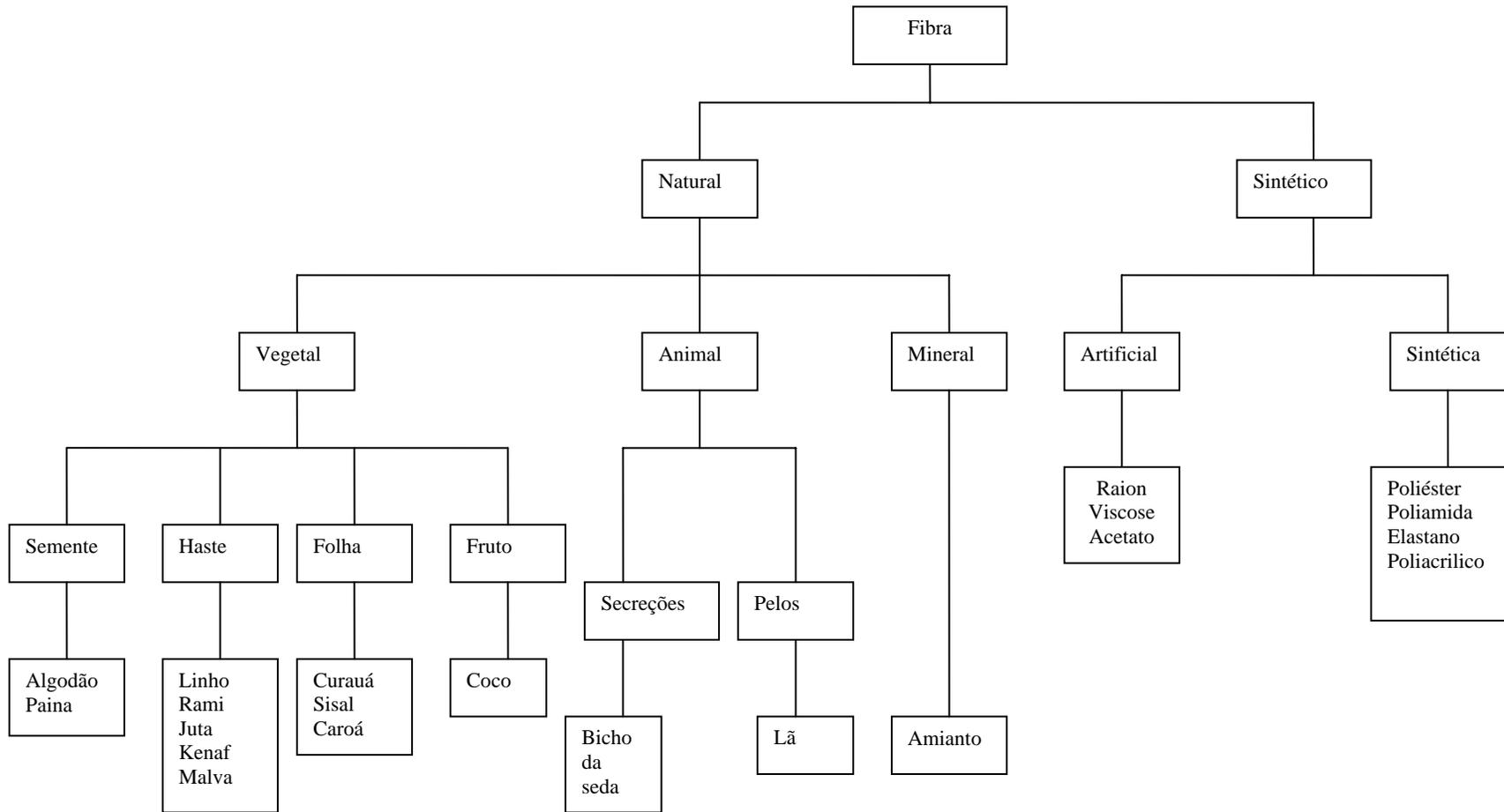
ANEXOS

ANEXO A - Espécies produtoras de fibras, percentual de fibra, percentual de celulose e local de cultivo.

Nome vulgar	Nome científico	Parte usada da planta	%			Local de cultivo
			fibra	mucilagem	celulose	
Algodão	<i>Gossypium linn</i>	semente	35	semente	94	Brasil (Estado do Mato Grosso)
Caroá	<i>Neoglaziovia variegata</i>	folha	5	95	67	Brasil (Estado da Paraíba)
Coco	<i>Cocos nucifera</i> Linn.	fruto	25	75	53	Brasil (Estados do Pará e Bahia); Ásia (Filipinas, Indonésia, Índia Sri Lanka, Malásia, Tailândia, Vietnã) e México.
Curauá	<i>Ananas erectifolius</i>	folha	7	93	79	Brasil (Estado do Pará – Rio Xingu, Tocantins, Tapajós (Santarém – Lago Grande da Franca) Juruti, Trombetas, Acará, Guamá, partes da Ilha do Marajó e Santo Antonio do Tauá).
Juta	<i>Corchorus capsularis</i>	haste	5	95	76	Brasil (Estado do Pará – Juruti, Santarém, Alenquer), Índia.
Malva	<i>Urena lobata</i> L	haste	5	95	76	Brasil (Estado do Pará - Capanema e Capitão Poço).
Rami	<i>Boehmeria nivea</i>	haste	5	95	70	Brasil (Paraná e São Paulo), Japão, Filipinas e Estados Unidos da América (Flórida).
Sisal	<i>Agave sisalana</i>	folha	6	94	66	África (Angola, Etiópia, Quênia, Madagascar, Moçambique, África do Sul, e Tanzânia) e América do Sul (Haiti, Jamaica, Venezuela, *Brasil)*Brasil (Estado da Paraíba).
Kenaf	<i>Hibiscus cannabinus</i>	haste	6	94	72	Índia e Paquistão
Linho	<i>Linum usitatissimum</i> Linn	haste	6	94	80	Bélgica, França, Polônia, Thecoslováquia e Romênia.

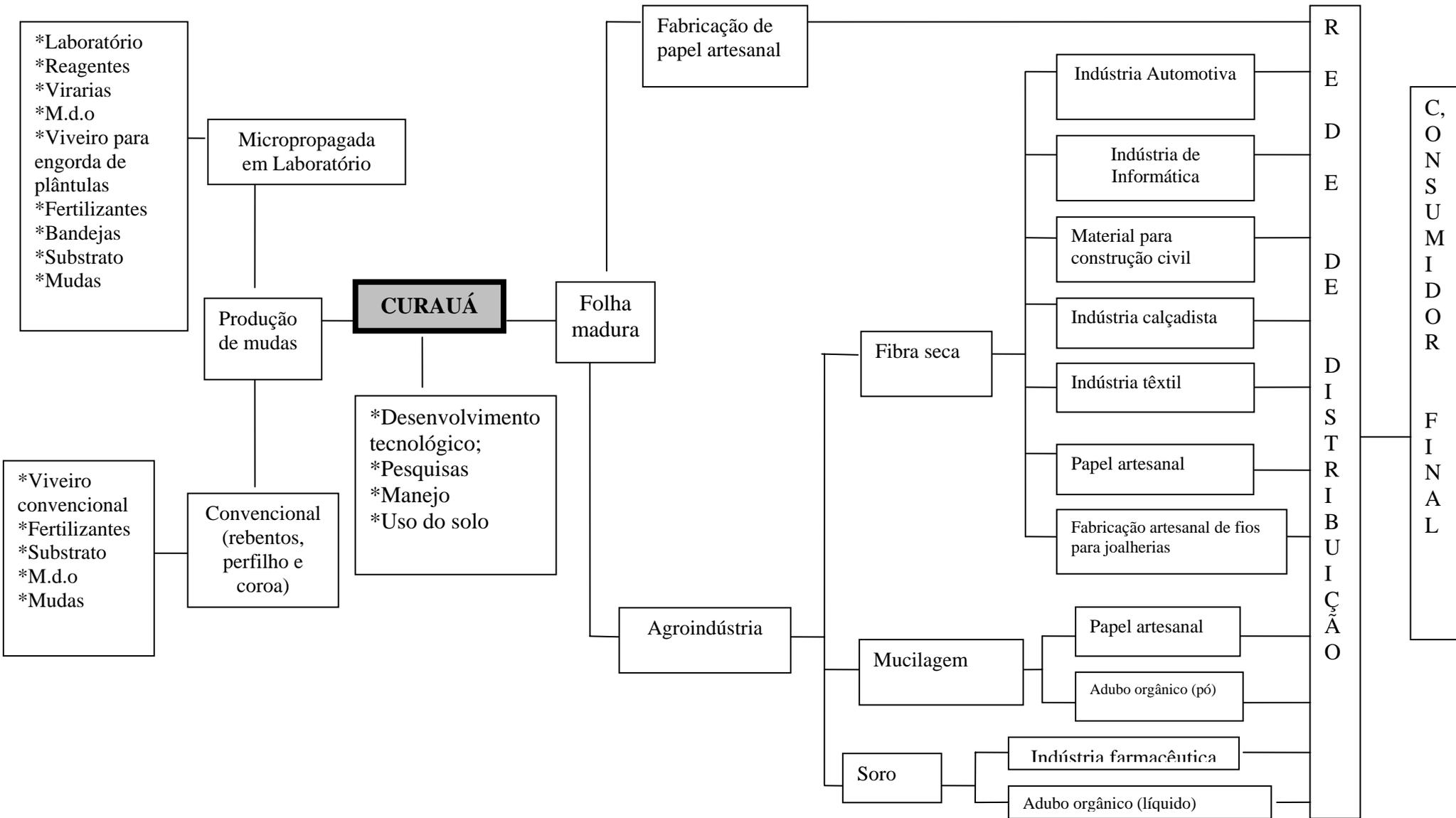
FONTE: Adaptado - SILVA, R.N.P da. **Curauá** (*Ananas erectifolius* L.B. Smith), **uma cultura empreendedora**, Belém, UEPA –

Centro de Ciências Naturais e Tecnológicas. 2004. xiii, 62f.



Fonte: ANDRADE, J.E.P; CORREA, A.R.; SILVA. C.V.G.F. (Estagiário), **Pólo de tecelagem plana de fibras artificiais e sintéticas da região de Americana**, 2001. 24p. – ADAPTADO

ANEXO C - Cadeia produtiva do curauá



ANEXO D - Matéria seca das folhas, folha D, raízes, total (g / planta) e da relação parte aérea / raiz (PA/R) e crescimento relativo (CR%), de curauá em função dos tratamentos.

Tratamentos	Variáveis					
	Folhas	Folha D	Raízes	PA/R	Total	CR (%)
Completo	132,80a	5,48a	28,37a	5.00bc	166,65a	100,00a
Omissão de N	41,19e	2,34de	7,96c	5.51bc	51,50e	30,96e
Omissão de P	78,76d	3,21c	17,52b	4.83c	99,50d	59,93d
Omissão de K	27,21f	1,64e	3,51c	8.25ab	32,37f	19,47f
Omissão de Ca	115,50b	5,12a	24,31ab	5.12bc	144,94b	87,23b
Omissão de Mg	49,95e	2,58cd	5,86c	9.61a	58,40e	34,80e
Omissão de S	96,31c	4,28b	16,80b	5.98bc	117,39c	70,62c
CV (%)	4,96	8,98	22,32	23,09	5,13	7,79
DMS	8,83	0,72	7,64	3,36	11,30	10,30

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

ANEXO E - Valores de Quadrado Médio e níveis de significância da produção de matéria seca de plantas de curauá em função dos tratamentos.

Causas de variação	Quadrado Médio						
	GL	Folhas	Folha D	Raízes	PA/R	Total	CR (%)
Tratamentos	6	6308.8642	8.5924	360.1136	13.7873	10200.3438	3688.9304
Resíduos	21	14.7616	1004	11.0678	2.1370	24.1998	20.1077
CV	27	4,96	8,98	22,32	23,09	5,13	7,79